

# PupilMetrics – Benutzerhandbuch

\*\*Version 6.1 · CNRI\*\*

---

## Inhaltsverzeichnis

1. [Erste Schritte] (#1-getting-started)
  - 1.1 [Systemanforderungen] (#11-system-requirements)
  - 1.2 [Installation] (#12-installation)
  - 1.3 [Lizenzierung] (#13-licensing)
  - 1.4 [Erster Start] (#14-first-launch)
  - 1.5 [Desktop-Fenster und Tastenkürzel] (#15-desktop-window--keyboard-shortcuts)
2. [Augenbilder aufnehmen] (#2-capturing-eye-images)
  - 2.1 [Der Aufnahmeworkflow] (#21-the-capture-workflow)
  - 2.2 [Auswahl der Kameraquelle] (#22-camera-source-selection)
  - 2.3 [Qualitätsgesteuerter Kameramodus] (#23-quality-gated-camera-mode)
  - 2.4 [Manueller Kameramodus] (#24-manual-camera-mode)
  - 2.5 [USB / UVC Iriskop (Dino-Lite)] (#25-usb--uvc-iriskop-dino-lite)
  - 2.6 [PLR Videomodus] (#26-plr-video-mode)
  - 2.7 [Aus Galerie importieren] (#27-import-from-gallery)
  - 2.8 [Tipps für eine gute Aufnahme] (#28-tips-for-a-good-capture)
3. [Analyseergebnisse lesen] (#3-reading-the-analysis-results)
  - 3.10 [Visuelle Analysewerkzeuge] (#310-visual-analysis-tools)
    - 3.10.1 [CLAHE-Kontrastverbesserung] (#3101-clahe-contrast-enhancement)
    - 3.10.2 [Iris 3D-Reliefbetrachter] (#3102-iris-3d-relief-viewer)
    - 3.10.3 [Pigmentdichte-Wärmekarte] (#3103-pigment-density-heatmap)
    - 3.10.4 [Anmerkungsmodus] (#3104-annotation-mode)
    - 3.10.5 [Nebeneinander-Augenvergleich] (#3105-side-by-side-eye-comparison)
    - 3.10.6 [Serienscan-Zeitlinie] (#3106-serial-scan-timeline)
    - 3.10.7 [Gabor-Filter-Texturanalyse] (#3107-gabor-filter-texture-analysis)
    - 3.10.8 [LBP-Stroma-Klassifikator (Local Binary Pattern)] (#3108-local-binary-pattern-lbp-stroma-classifier)
    - 3.10.2E [Iris 3D-Reliefbetrachter – Erweiterte Edition] (#3102e-iris-3d-relief-viewer--enhanced-edition)
    - 3.11 [Erweitertes Iris-Forschungs-Toolkit] (#311-advanced-iris-research-toolkit)
      - 3.11.1 [Iris-Gummituch-Entfaltung (Daugman-Normalisierung)] (#3111-iris-rubber-sheet-unwrapping-daugman-normalisation)
      - 3.11.2 [Radiale Faserorientierungskarte] (#3112-radial-fibre-orientation-map)
      - 3.11.3 [Automatische Krypten- und Lakunen-Erkennung] (#3113-crypt--lacuna-auto-detection)
      - 3.11.4 [Kontraktionsfurchen-Erkennung (Nervenfurchen)] (#3114-contraction-furrow-nerve-ring-detection)
      - 3.11.5 [Spiegelreflexion-Inpainting] (#3115-specular-reflection-inpainting)

- 3.11.6 [Heterochromie-Sektor-Kartierung] (#3116-heterochromia-sector-mapping)
- 3.11.7 [Bilateraler Strukturähnlichkeitsindex (SSIM-OD/OS)] (#3117-bilateral-structural-similarity-index-ssim-odos)
- 3.11.8 [Frangi Vesselness – Faserkamm-Verstärkung] (#3118-frangi-vesselness--fibre-ridge-enhancement)
- 3.11.9 [GLCM-Haralick-Texturpanel] (#3119-glcm-haralick-texture-panel)
- 3.11.10 [Iris-Signatur und Sitzungsverifikation] (#31110-iris-signature--session-verification)
- 3.11.11 [Mehrfachbild-Fusion und Super-Resolution-Aufnahme] (#31111-multi-frame-fusion--super-resolution-capture)
- 3.12 [PLR-Signalanalyse-Erweiterungen] (#312-plr-signal-analysis-enhancements)
  - 3.12.1 [Konstriktionskinetik – Geschwindigkeit, Amplitude, Latenz] (#3121-constriction-kinetics--velocity-amplitude-latency)
  - 3.12.2 [Redilatationszeit (T75)] (#3122-redilation-time-t75)
  - 3.12.3 [Hippus – Spontane Oszillationserkennung] (#3123-hippus--spontaneous-oscillation-detection)
  - 3.12.4 [Spektralanalyse (Fourier) der PLR-Kurve] (#3124-spectral-fourier-analysis-of-the-plr-trace)
- 4. [Patientenverwaltung und Exporte] (#4-patient-management--exports)
  - 4.1 [Patienteninformationsformular] (#41-patient-information-form)
  - 4.2 [Scanverlauf] (#42-scan-history)
  - 4.3 [PDF-Bericht] (#43-pdf-report)
  - 4.4 [Klartextbericht (TXT)] (#44-plain-text-report-txt)
  - 4.5 [JSON-Datenexport] (#45-json-data-export)
  - 4.6 [Teilen und Ablegen] (#46-sharing--filing)
  - 4.7 [Nativer Windows-Druck] (#47-native-windows-print)
  - 4.8 [Excel-Scanverlauf-Export] (#48-excel-scan-history-export)
- 5. [Naturheilkundliche Therapiepanels] (#5-natural-medicine-therapy-panels)
  - 5.1 [Therapiemodule aktivieren] (#51-enabling-the-therapy-modules)
  - 5.2 [Wie Zonenbefunde die Therapiepanels steuern] (#52-how-zone-findings-drive-the-therapy-panels)
  - 5.3 [Panel für Kräuterempfehlungen] (#53-herbal-recommendations-panel)
  - 5.4 [Panel für Ernährungsempfehlungen] (#54-nutrition-recommendations-panel)
  - 5.5 [Panel für chiropraktische Korrelationen] (#55-chiropractic-correlations-panel)
  - 5.6 [Panel für TCM-Korrelationen] (#56-tcm-correlations-panel)
  - 5.7 [Therapiepanels gemeinsam lesen] (#57-reading-therapy-panels-together)
- 6. [Konstitutionelle Iridologie] (#6-constitutional-iridology)
  - 6.1 [Hintergrund und theoretische Grundlage] (#61-background--theoretical-basis)
  - 6.2 [Die 34 Konstitutionstypen] (#62-the-34-constitutional-types)
  - 6.3 [Auswahl eines Konstitutionstyps] (#63-selecting-a-constitutional-type)
  - 6.4 [Konstitutionspanel in den Analyseergebnissen] (#64-constitutional-panel-in-analysis-results)
  - 6.5 [Konstitutionsabschnitt im PDF-Bericht] (#65-constitutional-section-in-the-pdf-report)

- 6.6 [Klinische Hinweise und Einschränkungen] (#66-clinical-guidance--limitations)
- 7. [PDF-Berichte exportieren] (#7-exporting-pdf-reports)
  - 7.1 [Was die PDF-Ausgabe beeinflusst] (#71-what-affects-the-pdf-output)
  - 7.2 [Berichtssprache] (#72-report-language)
  - 7.3 [Dateiname und Speicherort] (#73-file-naming-and-save-location)
  - 7.4 [Bildkomprimierung] (#74-image-compression)
  - 7.5 [PDF neu generieren] (#75-regenerating-a-pdf)
- 8. [Einstellungen und Anpassung] (#8-settings--customization)
  - 8.1 [Vollständige Einstellungsreferenz] (#81-complete-settings-reference)
  - 8.2 [Sprache] (#82-language)
  - 8.3 [Zonenoverlay und Beobachternotizen] (#83-zone-overlay--observer-notes)
  - 8.4 [ML-Vergleichspanel] (#84-ml-comparison-panel)
  - 8.5 [Info und Support] (#85-about--support)
  - 8.6 [Einstellungen für das erweiterte Forschungs-Toolkit] (#86-advanced-research-toolkit-settings)
- 9. [Klinische und rechtliche Hinweise] (#9-clinical--legal-disclaimers)
  - 9.1 [Bestimmungsgemäßer Einsatz] (#91-intended-use)
  - 9.2 [Keine medizinische Diagnose] (#92-not-a-medical-diagnosis)
  - 9.3 [Haftungsausschlüsse der Therapiepanels] (#93-therapy-panel-disclaimers)
  - 9.4 [PLR Videomodus] (#94-plr-video-mode)
  - 9.5 [Datenschutz] (#95-data-privacy)
  - 9.6 [Bildspeicherung] (#96-image-retention)
  - 9.7 [Geistiges Eigentum] (#97-intellectual-property)
  - 9.8 [Nur-Forschungs-Hinweise für erweiterte Funktionen] (#98-research-only-disclaimers-for-advanced-features)

---

## ## 1. Erste Schritte

### ### 1.1 Systemanforderungen

Plattform	Mindestanforderungen
**Windows** (primär)	Windows 10 64-Bit, 4 GB RAM, USB 2.0-Anschluss für das Iriskop
**Android**	Android 8.0+, USB-OTG-Unterstützung für das Iriskop
**iOS**	iOS 14+, iPhone 8 oder neuer

Für die erstmalige Lizenzaktivierung unter Windows ist eine Internetverbindung erforderlich. Die anschließende Nutzung erfolgt vollständig offline.

---

### ### 1.2 Installation

#### \*\*Windows Desktop\*\*

1. Führen Sie den PupilMetrics-Installer (`PupilMetrics\_Setup.exe`) aus.

2. Der Installer platziert die Anwendung in `Programme\PupilMetrics` und erstellt eine Desktop-Verknüpfung.

3. Bei Verwendung eines Dino-Lite-Iriskops stellen Sie sicher, dass der **DNVideoX**-Treiber vor dem Start installiert ist (siehe Abschnitt 2.5).

#### **Android**

Installieren Sie die App aus dem Google Play Store oder laden Sie die bereitgestellte APK-Datei.

#### **iOS**

Installieren Sie die App aus dem Apple App Store.

---

### ### 1.3 Lizenzierung

#### #### Windows – Lizenzstufen

PupilMetrics verwendet auf Windows eine maschinengebundene Lizenz. Beim ersten Start werden Sie aufgefordert, eine kostenlose Testversion zu starten oder einen Lizenzschlüssel einzugeben.

Stufe	Laufzeit	Geräte	
<b>Testversion</b>	14 Tage, voller Funktionsumfang	1	
<b>Standard</b>	1 Jahr	1	
<b>Professional</b>	Unbegrenzt	1	
<b>Enterprise</b>	Unbegrenzt	Mehrere	

#### **Testversion starten**

Klicken Sie auf dem Lizenzbildschirm auf **Kostenlose Testversion starten**. Der 14-tägige Countdown beginnt sofort. Alle Funktionen sind während der Testphase verfügbar – keine Kreditkarte erforderlich.

#### **Lizenzschlüssel eingeben**

1. Erwerben Sie einen Lizenzschlüssel bei CNRI.
2. Fügen Sie auf dem Lizenzbildschirm Ihren Schlüssel in das Feld **Lizenzschlüssel** ein und klicken Sie auf **Aktivieren**.
3. Die Aktivierung kontaktiert `licenses.cnri.edu`, um den Schlüssel an Ihre Geräte-ID zu binden.
4. Nach der Aktivierung funktioniert PupilMetrics dauerhaft offline.

#### **Testversion abgelaufen**

Wenn Ihre Testversion abgelaufen ist, erscheint beim Start der Lizenzbildschirm. Geben Sie einen erworbenen Lizenzschlüssel ein, um den vollen Zugang wiederherzustellen.

> **Hinweis:** Für die Übertragung einer Lizenz auf ein neues Gerät ist die Kontaktaufnahme mit dem CNRI-Support erforderlich, um die alte Geräte-ID freizugeben.

#### #### Android und iOS – In-App-Kauf

Auf mobilen Geräten wird die Lizenzierung über den App Store / Google Play via RevenueCat abgewickelt. Tippen Sie auf dem Bezahlbildschirm auf **Abonnieren** oder **Kaufen**, um die vollständige App freizuschalten.

---

### ### 1.4 Erster Start

Nach der Lizenzierung folgt die App bei jedem Öffnen diesem Ablauf:

...

Lizenzprüfung

↓

Startbildschirm

↓

Patienteninformationsbildschirm ← Name, Geburtsdatum, Notizen eingeben

↓

Kameramodus-Auswahl ← Aufnahmemethode für jedes Auge wählen

↓

Augenaufnahme (erst rechts, dann links)

↓

Analyse- und Ergebnisbildschirm

...

#### **\*\*Patienteninformationsbildschirm\*\***

Geben Sie mindestens den Patientennamen ein, bevor Sie fortfahren. Das Geburtsdatum wird für die altersangepasste PI-Verhältnis-Interpretation verwendet. Hier eingegebene Beobachternotizen werden in PDF- und Textexporten aufgenommen.

---

### ### 1.5 Desktop-Fenster und Tastenkürzel

Unter Windows verwendet PupilMetrics eine benutzerdefinierte Titelleiste mit Minimieren-, Maximieren- und Schließen-Schaltflächen. Das Fenster kann frei in der Größe verändert werden.

Tastenkürzel	Aktion
`F11`	Vollbild ein-/ausschalten
`Ctrl + H`	Scanverlauf öffnen
`Escape`	Zurück / Dialog schließen

Das Einstellungspanel **Naturmedizin** (Kräuter-, Ernährungs-, Chiropraktik- und TCM-Schalter) sowie das Feld **Praxis-/Klinikname** sind über das Einstellungssymbol in der Titelleiste auf jedem Bildschirm zugänglich.

---

## ## 2. Augenbilder aufnehmen

### ### 2.1 Der Aufnahmeworkflow

PupilMetrics nimmt immer **\*\*zuerst das rechte Auge (OD)\*\***, dann **\*\*das linke Auge (OS)\*\*** auf. Diese Konvention entspricht der klinischen iridologischen Standardnotation. Beide Bilder müssen aufgenommen werden, bevor die Analyse gestartet werden kann.

Der Kameramodus-Auswahlbildschirm ermöglicht es Ihnen, die Aufnahmemethode für jedes Auge unabhängig zu wählen, obwohl in der Praxis dieselbe Quelle für beide Augen verwendet wird.

---

### ### 2.2 Auswahl der Kameraquelle

Tippen Sie auf der Kameramodus-Auswahl auf die Augenkarte, um die Quellenauswahl zu öffnen. Folgende Quellen stehen zur Verfügung:

Modus	Am besten geeignet für
Qualitätsgesteuertes Rückkamera	Smartphone/Tablet – automatische Schärfe- und Belichtungssteuerung
Qualitätsgesteuertes Frontkamera	Selfie-Aufnahme auf Mobilgeräten
Manueller Kameramodus	Direkte Kamerasteuerung, manueller Auslöser
USB / UVC Iriskop (Dino-Lite)	Professionelles Iriskop via USB
PLR Videomodus	Pupillenreflexreaktion auf Licht (Videoanalyse)
Aus Galerie importieren	Zuvor gespeichertes Irisfoto erneut analysieren

---

### ### 2.3 Qualitätsgesteuerter Kameramodus



Die qualitätsgesteuerten Modi sind die empfohlene Aufnahmemethode auf Smartphones und Tablets. Ein Echtzeit-Qualitätsanalysator prüft jeden Frame, bevor er akzeptiert wird, und verhindert so, dass unscharfe oder schlecht belichtete Bilder in die Analyse gelangen.

#### **\*\*Funktionsweise\*\***

Die Steuerung bewertet jeden Kamera-Frame gleichzeitig anhand von fünf Kriterien:

Kriterium	Akzeptabler Bereich	Was erkannt wird
<b>**Schärfe**</b>	Wert $\geq 100$	Bewegungsunschärfe, unscharfe Iris
<b>**Helligkeit**</b>	30 – 230 (0-255-Skala)	Unter- und Überbelichtung
<b>**Kontrast**</b>	Wert $\geq 30$	Flache, detailarme Bilder
<b>**Pupillenvertrauen**</b>	$\geq 30\%$	Frame enthält eine erkennbare Pupille
<b>**Mittenversatz**</b>	$\leq 25\%$ des Frames	Pupille nicht ausreichend zentriert

#### **\*\*Statusanzeigen\*\***

-  Roter Rahmen + Live-Feedback-Nachricht – ein oder mehrere Kriterien nicht erfüllt; ruhig halten und Position anpassen
-  Gelb – Grenzwert; geringfügige Anpassung erforderlich

- ● Grüner Rahmen – alle Kriterien erfüllt; Foto wird automatisch aufgenommen

**\*\*"Kein Auge"-Ablehnung\*\***

Auch nach der automatischen Aufnahme prüft eine sekundäre KI-Kontrolle, ob das Bild eine Iris/Pupille enthält. Wenn ein Nicht-Auge-Bild erkannt wird (Finger, Boden, Kleidung), erscheint ein Warnhinweis mit der Option zur Neuaufnahme.

**\*\*Tipps für beste Ergebnisse\*\***

- Stabilisieren Sie das Gerät – selbst kleine Handbewegungen verringern die Schärfe unter den Schwellenwert.
- Sorgen Sie für gleichmäßige Beleuchtung; vermeiden Sie direkte Sonneneinstrahlung auf einer Seite.
- Positionieren Sie die Iris in der Bildmitte, bevor Sie näher herangehen.
- Lassen Sie 2-3 Sekunden Zeit für die automatische Belichtungsanpassung nach dem Bewegen der Kamera.

---

**### 2.4 Manueller Kameramodus**

Der manuelle Modus ermöglicht direkten Zugriff auf den Kameraauslöser ohne die Qualitätssteuerung. Verwenden Sie diesen Modus, wenn:

- Sie die volle Kontrolle über den exakten Aufnahmezeitpunkt wünschen.
- Sie ein Makroobjektiv-Aufsatz eines Drittanbieters verwenden.
- Die Qualitätssteuerung gute Bilder aufgrund nicht standardmäßiger Beleuchtung ablehnt.

Tippen Sie auf den Auslöser, um aufzunehmen. Die "Kein Auge"-Prüfung wird weiterhin nach der Aufnahme durchgeführt.

---

**### 2.5 USB / UVC Iriskop (Dino-Lite)**

PupilMetrics ist tief integriert mit dem **\*\*Dino-Lite AM4115ZT\*\*** und kompatiblen Iriskop-Modellen.

**#### Windows (Dino-Lite via DNVideoX)**

**\*\*Voraussetzungen\*\***

- Installieren Sie den Dino-Lite **\*\*DNVideoX\*\*** ActiveX-Treiber von der Dino-Lite-Website vor der ersten Verwendung.
- Verbinden Sie das Iriskop via USB, bevor Sie PupilMetrics starten.

**\*\*Funktionsweise\*\***

PupilMetrics startet einen leichtgewichtigen Hintergrundbrückenprozess (``dinolite_bridge.exe``), der mit dem Iriskop über die DNVideoX-COM-Schnittstelle kommuniziert. Die Live-Vorschau wird in der App angezeigt.

**\*\*Aufnahme\*\***

- **MicroTouch-Taste** (empfohlen): Drücken Sie die physische Taste am Dino-Lite-Gehäuse. Das Bild wird sofort aufgenommen und die App wechselt zum nächsten Auge.
- **Bildschirmtaste**: Tippen Sie auf die Aufnahmetaste in der App, wenn die physische Taste nicht zugänglich ist.

#### **LED-Steuerung**

Der LED-Ring des Iriskops kann direkt vom Aufnahmebildschirm aus ein- und ausgeschaltet und die Helligkeit angepasst werden.

#### **Fehlerbehebung**

Symptom	Lösung
Keine Kamera erkannt	USB-Kabel trennen und wieder verbinden; App neu starten
Schwarze Vorschau	DNVideoX-Treiber nicht installiert; von der Dino-Lite-Website installieren
MicroTouch-Taste reagiert nicht	2 Sekunden warten, nachdem die Vorschau erscheint, damit die Taste aktiviert wird

#### **Android (Dino-Lite via USB OTG)**

Verbinden Sie das Iriskop mit Ihrem Android-Gerät über einen **USB-OTG-Adapter**. Die App erkennt das Gerät automatisch auf dem UVC-Kamerabildschirm. Eine Verbindungsstatusanzeige erscheint oben auf dem Aufnahmebildschirm. Nehmen Sie mit dem Auslöser auf dem Bildschirm auf.

> **Hinweis:** USB-OTG muss auf Ihrem Android-Gerät unterstützt und aktiviert sein.

---

#### **2.6 PLR Videomodus**

Der PLR (Pupillary Light Reflex / Pupillenreflexreaktion auf Licht)-Videomodus zeichnet die Reaktion der Pupille auf einen Lichtstimulus auf und ermöglicht die Messung von Konstriktionsgeschwindigkeit und -amplitude über die Zeit.

#### **Wann verwenden**

Verwenden Sie den PLR-Modus, wenn Sie die neurologische Pupillenreaktion und nicht nur die statische Irismorphologie beurteilen müssen.

#### **Aufnahmeanleitung**

1. Wählen Sie **PLR Video** in der Kameramodus-Auswahl.
2. Wählen Sie Front- oder Rückkamera und das entsprechende Auge.
3. Stellen Sie sicher, dass der Raum vor dem Start abgedunkelt ist.
4. Tippen Sie auf **Aufnehmen** – ein Lichtstimulus wird auf dem Bildschirm oder extern präsentiert.
5. Der Pupillenkonstriktions-/dilatationszyklus wird aufgezeichnet und Frame für Frame analysiert.

PLR-Ergebnisse erscheinen auf einem separaten Ergebnisbildschirm und werden nicht mit der Standard-Irisanalyse kombiniert.

---

### ### 2.7 Aus Galerie importieren

Verwenden Sie **\*\*Aus Galerie importieren\*\***, um zuvor gespeicherte Irisfotos zur Analyse zu laden. Dies ist nützlich für:

- Erneute Analyse archivierter Patientenbilder.
- Vergleich von Ergebnissen über mehrere Sitzungen mit demselben Rohfoto.
- Tests mit Referenzbildern.

#### **\*\*Beide Augen gleichzeitig\*\***

Eine einzelne Galerie-Aktion fordert zunächst das Bild des rechten Auges, dann das des linken Auges in Reihenfolge an.

#### **\*\*Einzelnes Auge\*\***

Wenn Sie nur ein Bild haben, können Sie es über die einzelne Augenkarte in der Kameramodus-Auswahl für das rechte oder linke Auge einzeln importieren.

> **\*\*Tipp:\*\*** Galeriebilder werden in einen von PupilMetrics verwalteten Ordner kopiert, sodass die Originaldatei nie verändert wird.

---

### ### 2.8 Tipps für eine gute Aufnahme

Unabhängig vom Aufnahmemodus liefern die folgenden Praktiken die besten Analyseergebnisse:

#### **\*\*Beleuchtung\*\***

- Verwenden Sie eine diffuse, gleichmäßige Beleuchtung – der eingebaute LED-Ring des Iriskops ist ideal.
- Vermeiden Sie harte Schatten auf der Iris.
- Vermeiden Sie Reflexionen von Deckenlichtern auf der Hornhaut; eine leichte Neupositionierung beseitigt die meisten Reflexionen.

#### **\*\*Abstand und Bildausschnitt\*\***

- Die Iris sollte mindestens 50% der Bildbreite ausfüllen.
- Halten Sie die Iris zentriert; eine Pupille am Bildrand verringert die Dezentration-Messgenauigkeit.
- Beim Dino-Lite beträgt der optimale Fokusabstand etwa 2-3 cm vom Auge.

#### **\*\*Stabilität\*\***

- Stützen Sie das Gerät ab oder stützen Sie Ihre Hand, um Bewegungsunschärfe zu eliminieren.
- Bitten Sie den Patienten, einen fernen Punkt zu fixieren, um unwillkürliche Augenbewegungen zu minimieren.
- Nehmen Sie während natürlicher Blinkauspausen auf – die Bildqualitätssteuerung lehnt Frames während eines Blinzelns automatisch ab.

#### **\*\*Bewertungsleitfaden\*\***

Nach der Analyse erhält jedes Auge eine Qualitätsbewertung:

Note	Bedeutung
**A**	Hohes Vertrauen – alle Messwerte im optimalen Bereich
**B**	Gutes Vertrauen – geringfügige Einschränkungen, Ergebnisse zuverlässig
**C**	Verringertes Vertrauen – Neuaufnahme wenn möglich in Betracht ziehen
**D**	Geringes Vertrauen – Neuaufnahme vor klinischer Verwendung empfohlen

---

\*Weiter zu Abschnitt 3: Analyseergebnisse lesen →\*

---

### ## 3. Analyseergebnisse lesen

Nachdem beide Augenaufnahmen verarbeitet wurden, zeigt PupilMetrics einen detaillierten Ergebnisbildschirm mit sechs Messbereichen. Dieser Abschnitt erläutert, was jede Metrik bedeutet, wie sie berechnet wird und was die Werte klinisch bedeuten.

> **Anwendungsbereich:** Alle Messungen werden als klinische Unterstützungswerkzeuge und Bildungsreferenzen bereitgestellt. Sie basieren auf historischer Iridologie und Forschung zu autonomen Reflexen. PupilMetrics ist kein Diagnosegerät. Ergebnisse sollten stets von einer qualifizierten Fachkraft im Kontext einer vollständigen Patientenbeurteilung interpretiert werden.

---

#### ### 3.1 Die Iriszonenübersicht

Die Iris ist in **acht konzentrisch-radiale Zonen** unterteilt, kartiert nach Uhrposition. Jede Zone hat historische Assoziationen mit autonomen Reflexen in entsprechenden Körperregionen. Zonenbefunde (Abflachungen, Vorwölbungen, ANW-Verschiebungen) werden nach Zonenname, nicht nach Uhrposition berichtet, daher ist die folgende Übersicht die Schlüsselreferenz.

##### **Zonen nach Uhrpositionen**

Zone	Rechtes Auge (OD)	Linkes Auge (OS)	Historische Assoziationen
<b>Oben-Zentral</b>	12 Uhr	12 Uhr	Stimmungsregulation, Energiemuster (beide Augen)
<b>Oben-Nasal</b>	1 Uhr	10-11 Uhr	Kognition, Halswirbelsäulenreflexe
<b>Mitte-Nasal</b>	2-3 Uhr	9 Uhr	OD: Sauerstoffverwertung, Herz/Atmung · OS: Neurologie, Herz

| **\*\*Unten-Nasal\*\*** | 4-5 Uhr | 7-8 Uhr | Urogenital, Becken-  
 /Lumbosakralzonen |  
 | **\*\*Unten-Basal\*\*** | 6 Uhr | 6 Uhr | OD: Niere, untere Extremität · OS:  
 Niere, Ausscheidung |  
 | **\*\*Unten-Temporal\*\*** | 7-8 Uhr | 4-5 Uhr | OD: Leber, Stoffwechsel · OS:  
 Herz, Milz |  
 | **\*\*Mitte-Temporal\*\*** | 9 Uhr | 3 Uhr | OD: Atmung, Herz · OS: Lunge, Herz  
 |  
 | **\*\*Oben-Temporal\*\*** | 10-11 Uhr | 1-2 Uhr | OD: Hirnnerven, Gehör · OS:  
 Neurovegetativ, Sprache |

> **\*\*Hinweis zur Spiegelung:\*\*** Die temporale und nasale Seite tauschen zwischen den Augen. Das linke Auge (OS) ist ein Spiegelbild des rechten Auges (OD) – die nasale Seite jedes Auges zeigt zur Nase.

### **\*\*Interaktives Zonenoverlay\*\***

Die Zonenübersicht ist als Live-Polaroverlay direkt auf dem Irisfoto im Ergebnisbildschirm verfügbar. Wenn **\*\*Zonenoverlay anzeigen\*\*** aktiviert ist (Einstellungen → §8.3):

- **\*\*Tippen oder klicken Sie auf einen beliebigen Sektor\*\*** des Polardiagramms, um ihn zu identifizieren. Der Zonenname und das zugehörige Organsystem werden sofort im Informationspanel direkt unterhalb des Diagrammbilds angezeigt.
- Jede angetippte Zone wird **\*\*automatisch an das Beobachternotizen-Feld\*\*** im Format `Zonenname – Organsystem` angehängt. Zweimaliges Antippen derselben Zone erzeugt keinen doppelten Eintrag.
- Zusätzliche Freitextkommentare können direkt im Beobachternotizen-Feld neben den automatisch generierten Einträgen eingegeben werden. Alle Notizen werden in TXT- und PDF-Exporten unter „Beobachternotizen“ aufgenommen.

Dies ermöglicht eine schnelle Zonen-zu-Organ-Querverknüpfung während einer Konsultation, ohne den Ergebnisbildschirm zu verlassen. Für strukturierte klinische Zeichenerfassung siehe den **\*\*Iriszeichen-Finder\*\*** in §8.3.

---

### **### 3.2 PI-Verhältnis (Pupillen-Iris-Verhältnis)**

#### **\*\*Was es ist\*\***

Das PI-Verhältnis ist der Durchmesser der Pupille, ausgedrückt als Prozentsatz des Gesamtirisdurchmessers. Es ist das primäre Maß für die Pupillengröße relativ zur Iris.

#### **\*\*Formel\*\***

PI-Verhältnis = (Pupillendurchmesser ÷ Irisdurchmesser) × 100  
 \ \ \

#### **\*\*Normalbereich\*\***

Ein PI-Verhältnis von **20-30%** gilt für Erwachsene bei normaler Innenraumbelichtung als physiologisch normal. Die App zeigt eine interpretierte Bezeichnung neben dem Wert an:

PI-Verhältnis	Bezeichnung
< 15%	Miose (stark verengt)
15-19%	Verengt
20-30%	<b>Normal</b>
31-40%	Erweitert
> 40%	Mydriasis (stark erweitert)

#### **Altersangepasster Vergleich**

Da die Pupillengröße mit dem Alter abnimmt, vergleicht PupilMetrics den gemessenen Durchmesser mit einem altersspezifischen Referenzbereich. Das Geburtsdatum des Patienten muss eingegeben werden, damit dieser Vergleich angezeigt wird.

Altersgruppe	Erwarteter Durchmesser	Normalbereich
Säugling (< 1 Jahr)	2,2 mm	2,0 - 2,5 mm
Kind 1-5	4,0 mm	3,5 - 4,5 mm
Kind 6-11	4,3 mm	3,8 - 4,8 mm
Jugendlicher	4,2 mm	3,5 - 5,0 mm
Erwachsener 20-39	3,5 mm	3,0 - 4,2 mm
Erwachsener 40-59	3,0 mm	2,5 - 3,5 mm
Senior 60+	2,7 mm	2,3 - 3,2 mm

Der geschätzte Durchmesser wird aus dem PI-Verhältnis multipliziert mit einem angenommenen durchschnittlichen Irisdurchmesser von 12 mm ermittelt.

---

### ### 3.3 Zonenbefunde – Abflachungen (FLAT) und Vorwölbungen (PROT)

#### **Was sie sind**

Der Pupillenrand wird auf lokale Abweichungen von einem perfekten Kreis bewertet. Zwei Arten von Abweichungen werden erkannt:

Kennzeichen	Form	Historische Interpretation
<b>FLAT</b>	Pupillenrand wölbt sich an einer Zone <i>nach innen</i>	Verringerter autonomer Tonus im Reflexbereich dieser Zone
<b>PROT</b>	Pupillenrand <i>wölbt sich nach außen</i> an einer Zone	Erhöhte sympathische Aktivität in dieser Zone

#### **Schweregradskala**

Jeder Befund wird anhand der prozentualen Abweichung vom erwarteten kreisförmigen Rand eingestuft:

Schweregrad	Abweichung	Bedeutung

| Im Normbereich | 1,5-3,0% | Geringfügige Variation, nicht klinisch  
markiert |  
| Leicht | 3,0-6,0% | Merkliche Abweichung, zur Beobachtung vermerkt |  
| Mäßig | 6,0-10,0% | Erhebliche Abweichung, Nachverfolgung  
empfehlenswert |  
| Signifikant | > 10,0% | Starke Abweichung, primärer klinischer Fokus |

Abweichungen unter 1,5% werden nicht berichtet. Jede Zonenkarte zeigt den Schweregrad in Prozent, den Zonennamen, das Auge (OD/OS) und die historische Organassoziation für diese Zone.

---

### ### 3.4 ANW-Beurteilung (Collarette / Autonomer Nervenkrantz)

#### \*\*Was der ANW ist\*\*

Der ANW (Autonomer Nervenkrantz), auch Collarette genannt, ist ein strukturierter Ring, der in der Iris etwa ein Drittel des Weges zwischen Pupille und Irisrand sichtbar ist. Er markiert den Übergang zwischen der inneren und äußeren Iriszone und spiegelt den autonomen Nervensystemtonus wider.

#### \*\*ANW-Verhältnis\*\*

Das Verhältnis misst den ANW-Ringdurchmesser relativ zum Irisdurchmesser.

ANW-Verhältnis	Status	Autonome Interpretation
< 25%	**Spastisch**	ANW-Ring nach innen kontrahiert – sympathische Dominanz, Hypertonus
25-35%	**Normal**	Ausgeglichener autonomer Tonus
> 35%	**Atonisch**	ANW-Ring nach außen erweitert – parasympathische Dominanz, Hypotonus

#### \*\*ANW-Asymmetrie\*\*

Die Asymmetrie zwischen OD- und OS-ANW-Verhältnissen wird ebenfalls gemessen. Eine Asymmetrie von **0-5%** ist normal. Eine größere Asymmetrie, insbesondere wenn ein Auge spastisch und das andere atonisch ist, wird als **Funktionelle Frustration** markiert.

#### \*\*ANW-Verschiebungen\*\*

Lokale Sektoren des ANW-Rings, die mehr als **8%** von ihrer erwarteten Position nach innen oder außen abweichen, werden als ANW-Verschiebungsbefunde gemeldet (Kennzeichen: **ANW**). Wie FLAT/PROT-Befunde wird jede Verschiebung einer Uhrzone zugeordnet und erhält ihre historische Organassoziation.

#### \*\*Bilateraler Vergleich\*\*

Nach der Analyse beider Augen vergleicht die bilaterale ANW-Zusammenfassung OD- und OS-Verhältnisse nebeneinander, berechnet die Asymmetrie und markiert das Muster der funktionellen Frustration, falls vorhanden.

---

### ### 3.5 Dezentration (Pupillenposition)

#### \*\*Was es ist\*\*

Die Dezentration misst, wie weit das Pupillenzentrum vom geometrischen Zentrum der Iris versetzt ist, ausgedrückt als Prozentsatz des Irisradius.

Dezentration	Klassifikation
< 5%	**Normal** – Pupille innerhalb physiologischer Grenzen zentriert
≥ 5%	**Auffällig** – Dezentration mit Richtungsmuster markiert

#### \*\*Richtungsmuster\*\*

Wenn die Dezentration auffällig ist, wird die Richtung als benanntes Muster berichtet:

Richtung	Musternamen	Zonenimplikation
Zur Nase hin	Nasal	OD: Lungenreflexe · OS: Herzreflexe
Von der Nase weg	Temporal	Nieren-, Fortpflanzungszonen
Aufwärts	Frontal	Zerebrale, kognitive Zonen
Abwärts	Basal	OD: Intrakranialer Druckreflexe · OS: Zerebrale Muster
Oben-innen	Oben-nasal	OD: Hepatobiliär · OS: Milz, Zwerchfell
Oben-außen	Oben-temporal	Nieren-, Fortpflanzungszonen

Der Dezentrationwinkel wird ebenfalls in Grad (0-360°) von der Horizontalen berichtet, was präzise Richtungsinformationen für die Dokumentation liefert.

---

### ### 3.6 Ellipsität (Pupillenform)

#### \*\*Was es ist\*\*

Die Ellipsität misst, wie kreisförmig die Pupille ist, ausgedrückt als Verhältnis der kleinen zur großen Achse der Pupille (100% = perfekter Kreis, niedriger = elliptischer).

Ellipsität	Klassifikation
≥ 95%	**Normal** – im Wesentlichen kreisförmig
< 95%	**Anomalie** – Pupillenformabweichung festgestellt

#### \*\*Pupillenformtypen\*\*

Wenn die Ellipsität unter den normalen Schwellenwert fällt, wird die Ausrichtung der Ellipse bewertet, um den Formtyp zu bestimmen:

Form	Beschreibung	Historische Assoziation
Kreis	Normale runde Pupille	Kein Muster
Horizontales Oval	Breiter als hoch	Respiratorische/drüsige autonome Zonen

| Vertikales Oval | Höher als breit | Zerebrale Kreislaufzonen |  
| Diagonales Oval | Geneigte Ellipse | Urogenitale Zonenreflexe |  
| Akkordartig | Flacher Rand auf einer Seite | Lokalisierter autonomer  
Einfluss |  
| Unregelmäßig | Nicht gleichmäßige Verzerrung | Mehrere autonome  
Zoneneinfüsse |

---

### ### 3.7 Anisokorie (Unterschied der Pupillengröße)

**\*\*Was es ist\*\***

Anisokorie ist der Unterschied in der Pupillengröße zwischen rechtem und linkem Auge, ausgedrückt als absoluter prozentualer Unterschied im PI-Verhältnis.

Absoluter Unterschied	Schweregrad	Klinischer Hinweis
< 2%	**\*\*Keiner\*\*** – innerhalb der Normgrenzen	Physiologisch
symmetrisch		
2-4%	**\*\*Leicht\*\***	Möglicherweise physiologisch; beobachten
4-8%	**\*\*Mäßig\*\***	Merkliche Asymmetrie; zur Beobachtung markiert
> 8%	**\*\*Schwer\*\***	Erhebliche Asymmetrie; Forschungsbeobachtung
markiert |

Mäßige und schwere Anisokorie aktiviert eine TBI-Indikatormarkierung (Traumatische Hirnverletzung), die in den Ergebnissen und im PDF-Bericht vermerkt wird. Diese Markierung ist eine Forschungsbeobachtungsreferenz, kein diagnostischer Befund.

Die größere Pupille (OD oder OS) und der absolute Unterschied werden in der bilateralen Vergleichskarte angezeigt.

---

### ### 3.8 Konfidenzwerte und Hybrid-Fusion

PupilMetrics führt **\*\*zwei unabhängige Analysepipelines\*\*** für jedes Bild durch und fusioniert dann deren Ausgaben zu einem einzigen Konfidenzwert.

**\*\*Klassische CV (pixelbasiert)\*\***

Die klassische Computer-Vision-Pipeline verwendet Kreiserkennung, radiales Sampling und Grenzpunktanalyse auf dem vollaauflösenden Bild. Sie erzeugt pixelgenaue Iris- und Pupillengrenzen.

**\*\*ML-Modell (ONNX)\*\***

Das maschinelle Lernmodell (`cnri\_model.onnx`) ist ein neuronales Netzwerk, das auf Irisbildern trainiert wurde, auf ein normiertes 224×224-Bild zugeschnitten, das auf die erkannte Iris zentriert ist. Es gibt vier Regressionswerte aus: PI-Verhältnis, Dezentration, Ellipsität und Dezentrationwinkel.

**\*\*Hybrid-Konfidenzformel\*\***

Die vier Komponenten werden gewichtet und kombiniert:

Komponente	Gewichtung	Was sie misst
Aufnahmequalität	20%	Bildschärfe, Helligkeit, Kontrast aus der Qualitätssteuerung
Klassische CV-Konfidenz	35%	Kreiserkennungswert des Hough-ähnlichen Iris-Finders
ML-Plausibilität	20%	Ob die ML-Ausgaben innerhalb anatomisch vernünftiger Bereiche liegen
Übermodell-Übereinstimmung	25%	Wie eng die beiden Pipelines beim PI-Verhältnis (80%), der Ellipsität (10%) und der Dezentration (10%) übereinstimmen

Die fusionierte Konfidenz wird als Prozentsatz angezeigt und entspricht der bekannten Note:

Fusionierte Konfidenz	Note
> 75%	**A**
60-75%	**B**
45-60%	**C**
< 45%	**D**

#### **\*\*Sicherheitsbegrenzungen\*\***

Wenn die klassische CV-Konfidenz unter 25% fällt oder die Aufnahmequalität unter 30% fällt, wird der fusionierte Wert unabhängig von anderen Komponenten auf 40% bzw. 50% begrenzt. Dies stellt sicher, dass ein schlechtes Basisbild stets eine konservative Note ergibt.

#### **\*\*Wenn die beiden Pipelines nicht übereinstimmen\*\***

Wenn die klassischen und ML-Ergebnisse beim PI-Verhältnis erheblich abweichen (> 10% Toleranz), verringert die Übereinstimmungskomponente den Hybridwert. Die einzelnen klassischen und ML-Werte werden in den Ergebnissen zur Referenz weiterhin angezeigt, wenn „ML-Vergleich anzeigen“ in den Einstellungen aktiviert ist.

---

### ### 3.9 Scanverlauf

Jede abgeschlossene Analyse wird automatisch in der lokalen Datenbank gespeichert. Auf vergangene Scans zugreifen über:

- **\*\*Tastenkürzel:\*\*** `Ctrl + H` (Windows)
- **\*\*Scanverlauf-Schaltfläche\*\*** auf dem Ergebnisbildschirm

Jeder Verlaufsdatensatz speichert das vollständige Analyseergebnis einschließlich aller Metriken, Zonenbefunde, ANW-Beurteilung, PDF-Pfad und Patienteninformationen. Datensätze können erneut geöffnet werden, um die vollständigen Ergebnisse anzuzeigen oder einen PDF zu regenerieren.

---

### ### 3.10 Visuelle Analysewerkzeuge

Der Analyseergebnisbildschirm bietet sechs optionale visuelle Werkzeuge, die über die Chip-Leiste und die Schaltflächenreihe unterhalb der Irisbilder aktiviert werden können. Diese Werkzeuge sind nicht destruktiv – sie verändern die gespeicherten Analysedaten nicht; sie sind ausschließlich Overlays und Betrachter.

---

### #### 3.10.1 CLAHE-Kontrastverbesserung

#### \*\*Was es bewirkt\*\*

CLAHE (Kontrastreglimitierte adaptive Histogrammausgleichung) verbessert den lokalen Kontrast des Irisbildes, indem das Histogramm in kleinen überlappenden Kacheln statt global über das gesamte Bild ausgeglichen wird. Der Effekt ist, Krypten, Fasertextur, Lakunen und Zonengrenzendetails hervorzuheben, die in der Originalaufnahme möglicherweise verwaschen sind, ohne helle Bereiche auszubrennen.

#### \*\*Verwendung\*\*

Tippen Sie auf den **Verbessern**-Chip auf dem Analysebildschirm. Der Chip wechselt zwischen dem Originalbild und dem verbesserten Bild. Die Verarbeitung läuft in einem Hintergrund-Isolat (separater Ausführungsthread), damit die Benutzeroberfläche während der Berechnung reaktionsfähig bleibt.

#### \*\*Wann es hilft\*\*

- Dunkle hämatogene Irides, bei denen Faserdetails gegen das dichte braune Stroma schwer zu erkennen sind
- Überbelichtete Bilder, bei denen die Pupillen-Iris-Grenze unscharf ist
- Prüfung feiner struktureller Details – Krypten, Radialsulci, kleine Lakunen – vor der Konstitutionsbeurteilung

#### \*\*Was es nicht ändert\*\*

CLAHE ist ausschließlich eine Anzeigeoperation. Das kontrastverbesserte Bild wird auf dem Bildschirm angezeigt, wird aber nicht von der Analysepipeline verwendet. Alle Metriken (PI-Verhältnis, Zonenbefunde, ANW usw.) werden vom Originalerfassungsbild abgeleitet, unabhängig davon, ob der **Verbessern**-Chip aktiv ist.

> **Tip:** CLAHE ist besonders nützlich bei der Untersuchung von Konstitutionstyp-Merkmalen. Aktivieren Sie es vor der Beurteilung der Fasertextur (eng vs. locker), der Tophi-Definition und der Lakunenmuster.

---

### #### 3.10.2 Iris 3D-Reliefbetrachter

#### \*\*Was es bewirkt\*\*

Der 3D-Reliefbetrachter rendert die Iris als interaktives 3D-Höhenkarten-Terrain – die Luminanz jedes Pixels wird auf einen Höhenwert abgebildet,

wodurch eine Landschaft entsteht, in der hellere Irisbereiche (erhöhte Fasern, Tophi, Vorwölbungen) als hohes Terrain und dunklere Bereiche (Krypten, Lakunen, Sulci) als Täler erscheinen.

Die Rendering-Engine verkleinert das Bild auf eine Arbeitsauflösung von 512 × 512 und erstellt ein 128 × 128-Dreiecksnetz, das als gefüllte 3D-Oberfläche in einem einzigen Frame gezeichnet wird. Die Farbtextur wird direkt vom Originiriris-Bild übernommen, sodass alle Pigmentierungsdetails in 3D erhalten bleiben.

**Betrachter öffnen**

Tippen Sie auf den **3D-Relief**-Chip auf dem Analysebildschirm. Der Betrachter öffnet sich als Vollbild-Dialog (740 × 640 px).

**Steuerung**

Eingabe	Aktion
<b>Maus ziehen (horizontal)</b>	Modell um die vertikale (Y-)Achse drehen
<b>Maus ziehen (vertikal)</b>	Modell nach oben/unten verschieben
<b>Scrollrad</b>	Ansichtswinkel kippen (steiler / flacher)
<b>Alt + Scrollrad</b>	Vertikal verschieben
<b>3D-Level-Schieberegler</b> (1-100)	Höhenübertreibung – niedrige Werte = stärkeres Relief, hohe Werte = flacher
<b>Zoom - / + Schaltflächen</b>	Heran- oder herauszoomen (25%-400%)
<b>Zurücksetzen-Schaltfläche</b>	Standardansichtswinkel, Zoom und Verschiebung wiederherstellen

**Standardansicht**

Der Betrachter öffnet sich mit einem Neigungswinkel von ~56°, ohne Y-Rotation, 3D-Level 35 (moderates Relief) und 100% Zoom. Dies bietet eine komfortable Landschaftsansicht der gesamten Iris.

**Klinische Erkenntnisse aus 3D-Relief**

Die Höhenkartenoberfläche macht mehrere strukturelle Merkmale visuell offensichtlicher als im flachen 2D-Bild:

Merkmal	Erscheinung in 3D
<b>Lakunen (Krypten)</b>	Tiefe Talgruben oder Krater
<b>Tophi</b>	Abgerundete Hügel oder Grate auf der Strtomaoberfläche
<b>Radiale Fasern</b>	Grat-und-Tal-Wellen, die vom Kragenring nach außen strahlen
<b>Kragenring (ANW)</b>	Erhöhter Ring, der die innere Pupillarzone von der Ziliarzone trennt
<b>Pigmentkonzentration</b>	Erhöhtes Terrain, wo die Pigmentdichte am höchsten ist
<b>Schuppenrand</b>	Verdickter peripherer Grat am Irisrand

> **Hinweis:** Die 3D-Reliefansicht dient Beobachtungs- und Bildungszwecken. Strukturelle Tiefe in der Höhenkarte spiegelt

Luminanzunterschiede wider, keine echte anatomische Tiefe. Dichte Pigmentierung kann künstlich erhöht erscheinen, da das darunter liegende Stroma dunkler ist; dies sollte mit diesem Vorbehalt interpretiert werden.

---

### #### 3.10.3 Pigmentdichte-Wärmekarte

#### **\*\*Was es bewirkt\*\***

Die Pigmentdichte-Wärmekarte wendet eine thermische Farbskala auf das Irisbild an und ersetzt die natürliche Irisfarbe durch ein Spektrum von dunkelblau (niedrigste lokale Luminanz / Pigmentdichte) über Cyan, Grün, Gelb und Orange bis zu leuchtendem Rot (höchste lokale Luminanz / Pigmentkonzentration).

Die Wärmekarte hebt die räumliche Verteilung des Pigments über die Irisoberfläche hervor und erleichtert die Identifizierung lokalisierter Pigmentkonzentrationen, Heterochromiesektoren und ziliärer Zonenverdunklung, die in der normalen Farbansicht subtil sein können.

#### **\*\*Wärmekarte öffnen\*\***

Tippen Sie auf den **\*\*Wärmekarte\*\***-Chip auf dem Analysebildschirm. Der Chip schaltet das thermische Overlay über dem Irisbild ein und aus.

#### **\*\*Farbskala lesen\*\***

Farbe	Bedeutung
<b>**Dunkelblau / schwarz**</b>	Sehr geringe Pigmentdichte – typischerweise der Pupillenbereich oder blasses Irisstroma
<b>**Cyan / Blau**</b>	Niedrige bis moderate Dichte
<b>**Grün**</b>	Moderate Dichte
<b>**Gelb / Orange**</b>	Erhöhte Dichte – häufig bei biliären/gemischten Konstitutionen
<b>**Leuchtendes Rot**</b>	Höchste lokale Dichte – konzentrierte Pigmentablagerungen, Schuppenrand, Tophi-Ablagerungen

#### **\*\*Klinische Anwendungen\*\***

- **\*\*Konstitutionsbeurteilung\*\*** – Identifiziert den Pigmentmustertyp (gleichmäßig dicht = hämatogen, peripher konzentriert = biliär/gemischt, spärlich = lymphatisch)
- **\*\*Heterochromiesektoren\*\*** – Farbasymmetrien erscheinen als keilförmige Hot Spots, die auch in dunklen Irides leicht zu lokalisieren sind
- **\*\*Schuppenrand\*\*** – Der verdunkelte periphere Rand wird in der Wärmekarte zu einem markanten leuchtend roten Band
- **\*\*Leberzonen-Pigmente\*\*** – Konzentriertes Pigment in den 7-9-Uhr-Sektoren (OD) erscheint deutlich als orange-rote Zone im temporalen Quadranten

> **Hinweis:** Die Wärmekarte kodiert Luminanz, keine direkte Messung der chemischen Pigmentkonzentration. Hochreflektierende Artefakte (Hornhautreflex, Glanzlichter) können falsche Hot Spots erzeugen. Beurteilen Sie unerwartete helle Bereiche im Kontext des Originalbildes.

---

#### ### 3.10.4 Anmerkungsmodus

**Was es bewirkt**

Der Anmerkungsmodus ermöglicht dem Praktiker, direkt auf dem Irisbild freizuzeichnen – um eine Region von Interesse einzukreisen, eine bestimmte Lakune zu markieren, die ANW-Ringposition nachzuzeichnen oder eine visuelle Notiz hinzuzufügen, die mit dem Bild erhalten bleiben soll.

**Steuerung**

Steuerung	Aktion
**Anmerken**-Chip	Anmerkungsmodus betreten / verlassen
**Auf Bild zeichnen**	Freihandzeichnen mit einer Cyan-Stiftlinie
**Rückgängig**-Schaltfläche	Den letzten gezeichneten Strich entfernen
**Löschen**-Schaltfläche	Alle Anmerkungsstriche entfernen
**PNG speichern**-Schaltfläche	Das annotierte Irisbild als PNG-Datei exportieren

**Annotiertes Bild speichern**

Tippen Sie auf **PNG speichern**, um ein flaches Komposit des Irisfotos und aller gezeichneten Striche in den Windows-Dokumentenordner zu schreiben (oder das Dokumentenverzeichnis der App auf Mobilgeräten). Die Datei wird benannt:

...

Annotated\_<PatientenName>\_<YYYY-MM-DD>.png

...

> **Hinweis:** Anmerkungsstriche sind sitzungslokal – sie werden nicht in der Datenbank gespeichert und gelöscht, wenn Sie den Ergebnisbildschirm verlassen. Speichern Sie das PNG, bevor Sie navigieren, wenn Sie die Anmerkungen behalten möchten.

---

#### ### 3.10.5 Nebeneinander-Augenvergleich

**Was es bewirkt**

Der Visuelle Vergleichsdialog zeigt die OD- (rechtes) und OS- (linkes) Irisbilder nebeneinander in synchronisierten, zoomfähigen Panels mit den bilateral dargestellten Analysemetriken unter jedem Bild. Es ist die schnellste Methode zur visuellen Beurteilung bilateraler Symmetrie,

asymmetrischer Pigmentierung und ANW-Positionsunterschiede zwischen den beiden Augen.

### **\*\*Dialog öffnen\*\***

Tippen Sie auf die **\*\*Visuell vergleichen\*\***-Schaltfläche auf dem Analyseergebnisbildschirm (untere Schaltflächenreihe).

### **\*\*Panel-Steuerung\*\***

Steuerung	Aktion
<b>**Zusammendrücken zum Zoomen / Scrollrad**</b>	Das Panel unabhängig zoomen, oder beide Panels zusammen wenn Synchronisieren aktiv ist
<b>**Ziehen**</b>	Das Bild innerhalb des Panels verschieben
<b>**OD spiegeln**</b> -Schalter	Das rechte Augenbild horizontal spiegeln, sodass beide Irides mit der nasalen Seite nach innen ausgerichtet sind – die in der klinischen Iridologie verwendete Standardorientierung für bilaterale Vergleiche
<b>**Synchronisieren**</b> -Schalter	Wenn aktiviert, werden Verschiebe- und Zoomgesten auf einem Panel auf das andere gespiegelt, was die gleichzeitige Navigation beider Bilder mit derselben Vergrößerung und Position ermöglicht

### **\*\*Bilaterales Metriken-Panel\*\***

Unter den beiden Bildpanels zeigt eine Metrikvergleichskarte die folgenden Werte nebeneinander für OD und OS:

Metrik	Anzeige
PI-Verhältnis	Prozentsatz + interpretiertes Label
Ellipsität	Prozentsatz
Dezentration	Prozentsatz + Richtung
ANW-Verhältnis	Prozentsatz + Spastisch / Normal / Atonisch Label
Hybridkonfidenz	Prozentsatz + A/B/C/D Note
Anisokorie (bilateral)	Absoluter Differenzprozentsatz + Schweregradlabel

### **\*\*Spiegelkonvention\*\***

Der **\*\*OD spiegeln\*\***-Schalter ist standardmäßig eingeschaltet. In der klinischen Standardpraxis der Iridologie wird die rechte Iris mit der nasalen Seite links betrachtet (die anatomisch korrekte Perspektive, wenn der Praktiker dem Patienten gegenübersteht). OD zu spiegeln kehrt dies um, sodass die beiden Irides mit ihren nasalen Seiten gegenüberstehend präsentiert werden – die in Atlanten und bilateralen Vergleichsdiagrammen verwendete Standardkonvention.

---

## ### 3.10.6 Serienscan-Zeitlinie

### **\*\*Was es bewirkt\*\***

Die Serienscan-Zeitlinie ist ein longitudinales Trenddiagramm, das bis zu sechs OD/OS-Metrikreihen über alle archivierten Scans des aktuellen Patienten chronologisch darstellt. Es bietet ein visuelles Bild davon, wie sich wichtige Iris- und Pupillenmessungen zwischen den Terminen verändert haben.

#### **\*\*Zeitlinie öffnen\*\***

Vom Scanverlauf-Bildschirm (``Ctrl + H``), tippen Sie auf das **\*\*Zeitlinien-Symbol\*\*** bei einem Scan-Datensatz. Der Dialog öffnet sich vorfiltriert auf diesen Patienten nach Name.

#### **\*\*Verfügbare Metrikreihen\*\***

Reihe	Beschreibung
<b>**OD PI%**</b>	Rechtes Auge Pupillen-Iris-Verhältnis im Zeitverlauf
<b>**OS PI%**</b>	Linkes Auge Pupillen-Iris-Verhältnis im Zeitverlauf
<b>**OD Elip%**</b>	Rechtes Auge Ellipsität (Pupillrundheit)
<b>**OS Elip%**</b>	Linkes Auge Ellipsität
<b>**OD Konf%**</b>	Rechtes Auge Hybridkonfidenzwert
<b>**OS Konf%**</b>	Linkes Auge Hybridkonfidenzwert

Jede Reihe kann mit den Chip-Steuerelementen oben im Dialog unabhängig ein- und ausgeschaltet werden. Mindestens eine Reihe muss aktiviert bleiben.

#### **\*\*Diagramm-Interaktionen\*\***

Interaktion	Aktion
<b>**Datenpunkt antippen**</b>	Zeigt den genauen Wert und das Scan-Datum als Tooltip
<b>**Horizontales Scrollen**</b>	Links/rechts entlang der Zeitachse navigieren, wenn viele Scans vorhanden sind
<b>**Chip umschalten**</b>	Einzelne OD/OS-Reihen anzeigen oder ausblenden

#### **\*\*Trendinterpretationslogik\*\***

Die Zeitlinie verwendet eine einfache lineare Regressionslinie, die über jede Reihe gezeichnet wird, um die Richtung der Veränderung anzuzeigen. Die Regression ist rein deskriptiv – sie wendet keine klinischen Schwellenwerte an oder generiert keine Warnungen.

Worauf zu achten ist	Klinische Bedeutung
<b>**Steigende PI%-Tendenz**</b>	Progressive Pupillenerweiterung im Zeitverlauf; kann auf autonome Verschiebung oder altersbedingte Miosis-Umkehr hinweisen
<b>**Fallende Konfidenz-Tendenz**</b>	Bildqualität nimmt zwischen Sitzungen ab; Aufnahmetechnik überprüfen
<b>**Konvergierende OD/OS PI%**</b>	Anisokorie löst sich auf – bilaterale Symmetrie verbessert sich

| **Divergierende OD/OS Ellipsität** | Eine Pupille wird im Überwachungszeitraum unregelmäßiger |

> **Mindestdatenanforderung:** Mindestens 2 Scans für denselben Patienten (nach Name abgeglichen) sind erforderlich, um eine Zeitlinie anzuzeigen. Mindestens 3 Scans werden empfohlen, damit die Regressionslinie bedeutungsvoll ist.

> **Namensabgleich:** Patientendatensätze werden nach exaktem Patientennamen (ohne Berücksichtigung der Groß-/Kleinschreibung) abgeglichen. Stellen Sie eine konsistente Namensschreibweise zwischen Sitzungen sicher, damit alle Scans in der Zeitlinie korrekt gruppiert bleiben.

---

### ### 3.10.7 Gabor-Filter-Texturanalyse

#### **Was es tut**

Der Gabor-Chip konvolviert das Irisbild mit einem Bank von **2D-Gabor-Filtern** – sinusförmigen ebenen Wellen, moduliert durch eine Gaußsche Hülle – auf mehrere Raumfrequenzen und Orientierungen abgestimmt. Die Magnitudenantwort an jedem Pixel erfasst, wie stark dieser Pixel einem ausgerichteten Streifen bei jeder Skala ähnelt. Die Summe über alle Orientierungen erzeugt eine **Energiekarte**, auf der Fasern, Striae, radiale Sulci und Tophi-Kanten als helle Kämme gegen einen dunklen Stromahintergrund erscheinen.

Gabor-Filterung ist der kanonische Texturoperator in der Irisbildanalyse: Er liegt Daugmans ursprünglichem Iriscodierungsalgorithmus zugrunde und bleibt das Referenzwerkzeug für die Quantifizierung von Faserdichte und Faserorientierung.

#### **Filterbankparameter**

Die Standardbank ist in den Einstellungen konfigurierbar (§8.6).  
Werkseinstellungen:

Parameter	Standard	Hinweise
Anzahl der Skalen	4	Raumfrequenzen: 0,08, 0,16, 0,32, 0,64 Zyklen/Pixel
Anzahl der Orientierungen	8	0°, 22,5°, 45°, 67,5°, 90°, 112,5°, 135°, 157,5°
Gaußsche Hülle $\sigma$	$2,5 \times \lambda$	Hülle proportional zur Wellenlänge
Seitenverhältnis $\gamma$	0,5	Verhältnis von kleiner zu großer Gaußscher Achse
Phasenversatz $\psi$	0° (gerade) und 90° (ungerade)	Magnitude berechnet als $\sqrt{\text{gerade}^2 + \text{ungerade}^2}$

#### **Verwendung**

Tippen Sie auf den **Gabor**-Chip. Das Irisbild wird durch die Gabor-Energiekarte ersetzt, die mit einem Kalt-zu-Heiß-Farbverlauf gerendert wird. Vier kleine Orientierungsmuster erscheinen unter dem Bild und zeigen die dominante Antwort für jede der vier Hauptachsen (horizontal, vertikal und die zwei Diagonalen).

Ein **Skalenschieberegler** (1-4) unter dem Bild ermöglicht die unabhängige Inspektion jeder Raumfrequenz – Skala 1 betont feine Faserdetails, Skala 4 betont grobe Strukturbänder wie die Ziliarzone und den Collarette.

#### **Quantitative Messwerte**

Messwert	Bedeutung	Typische Bereiche
<b>Faserdichte</b>	Mittlere Energie in der Ziliarzone	Lymphatisch 0,25-0,45 · Hämatogen 0,10-0,25
<b>Radiale Dominanz</b>	Verhältnis von radialer zu tangentialer Orientierungsenergie	> 1,3 = stark radial (klassisch lymphatisch); < 0,9 = desorganisiertes Stroma
<b>Faseruniformität</b>	Kehrwert der Energiestandardabweichung	Höher = gleichmäßiger (eng/seidig); niedriger = unregelmäßig/wabenartig

#### **Klinische Anwendungen**

- **Konstitutionstypisierung** – Faserdichte und Radiale Dominanz bieten eine objektive Unterstützung für die subjektive Einschätzung „enge vs. lockere Faser“ in der Lymphatischen Gruppe.
- **Wabenmuster-Erkennung** – Geringe Uniformität mit geringer Radialer Dominanz ist charakteristisch für die Mesenchymale Pathologische Konstitution.
- **Bewertung der Stromaatransparenz** – Eine energiearme Region in der Ziliarzone deutet auf verminderte Stromadichte hin, konsistent mit Lakunen- oder Kryptenpräsenz unterhalb der Detektionsschwelle von §3.11.3.
- **Lehrreferenz** – Die Orientierungsmuster machen die Richtungsstruktur des Stromas für Studierende sichtbar, die sie im Rohbild noch nicht erkennen können.

> **Hinweis:** Gabor-Energie spiegelt den orientierten Intensitätsgradienten wider, nicht die biologische Faserpräsenz per se. Helle Pigmentkanten, Hautsaumränder und Spiegelreflexionen erzeugen alle starke Gabor-Antworten. Verwenden Sie §3.11.5, um Spiegelreflexionen zu unterdrücken, bevor Sie die Energiekarte quantitativ auslesen.

---

#### **3.10.8 LBP-Stroma-Klassifikator (Local Binary Pattern)**

##### **Was es tut**

Der LBP-Chip berechnet einen **uniformen rotationsinvarianten Local-Binary-Pattern**-Deskriptor über das Iris-Stroma und zeigt sowohl eine farbkodierte Texturkarte als auch ein Histogramm der LBP-Musterverteilung

an. LBP ist ein einfacher, aber bemerkenswert effektiver Texturoperator: Jeder Pixel wird mit seinen 8 Nachbarn auf einem Kreis mit Radius  $R$  verglichen, und das Schwellenwertmuster wird als kompakter Ganzzahlcode kodiert. Uniformes rotationsinvariantes LBP (die  $LBP_{8,1}^{riu2}$ -Variante) fasst alle Rotationen desselben Musters in einem einzigen Bin zusammen, wodurch der Deskriptor gegenüber der Rotationsorientierung der Iris zum Aufnahmezeitpunkt invariant ist.

### **\*\*Verwendung\*\***

Tippen Sie auf den **LBP**-Chip. Das Irisbild wird durch eine Texturtyp-Farbkarte mit folgender Legende ersetzt:

Musterklasse	Farbe	Physikalische Bedeutung
Flach (gleichmäßige Nachbarschaft)	Dunkelblau	Pigmentfeld, solide Tophi-Oberfläche
Kante	Cyan	Faserrand, Lakunengrenze, Collarette-Rand
Ecke	Grün	Faserkreuzung, Kryptenecke
Linienende	Gelb	Faserende
Punkt	Orange	Kleine Lakune, Pigmentpunkt
Nicht-uniform / gemischt	Rot	Hochentropie-Region (desorganisierte Textur)

Unterhalb des Bildes zeigt ein Balkendiagramm des **LBP-Histogramms** die Häufigkeit jeder Musterklasse im Iris. Ein sekundäres **OD/OS-Histogrammvergleichs**-Diagramm erscheint, wenn beide Augen berechnet wurden, sodass die Textursignatur der beiden Iriden visuell verglichen werden kann.

### **\*\*Abgeleitete Indizes\*\***

Index	Formel	Interpretation
<b>Texturentropie</b>	$-\sum p_i \log p_i$ über LBP-Bins	Höher = desorganisierteres Stroma; niedriger = gleichmäßigere Textur
<b>Flachmuster-Ratio</b>	Flach-Bin / Gesamt	Höher bei Hämatogen; niedriger bei Neurogenem Sensiblen
<b>Kantenmuster-Ratio</b>	Kanten-Bin / Gesamt	Höher bei engfasrigem Lymphatischen; ein Proxy für Faserdichte
<b>OD/OS-Textureähnlichkeit</b>	Histogrammschnittmenge	0-100%; > 85% legt bilateral symmetrisches Stroma nahe

### **\*\*Klinische Anwendungen\*\***

- **Konstitutionelle Untertypisierung** - Die LBP-Histogrammform ist diagnostisch für die breiten Konstitutionsgruppen; Texturentropie und Flachmuster-Ratio unterscheiden gemeinsam Lymphatisch (niedrige Entropie, niedriger Flach-Ratio) von Hämatogen (moderate Entropie, hoher Flach-Ratio) von Biliär/Gemischt (hohe Entropie, variabel).
- **Bilaterale Symmetrie** - OD/OS-Textureähnlichkeit liefert eine einzige Punktzahl für strukturellen Bilateralismus; ein deutlich

niedriger Wert kann auf lateralisierte konstitutionelle Expression oder lateralisierte erworbene Veränderung hinweisen.

- **Longitudinale Überwachung** – Texturentropie wird als optionale Reihe zur Serienscan-Zeitlinie (§3.10.6) hinzugefügt, um Stromaänderungen im Laufe der Zeit zu verfolgen.

> **Tipp:** Führen Sie CLAHE (§3.10.1) aus, bevor Sie LBP aktivieren, für eine bessere Trennung der Kantenmuster bei dunklen hämatogenen Iriden. Die Kanten- und Eckenklassen werden nach lokaler Kontrastegalisierung viel klarer.

> **Beziehung zu Gabor:** Gabor und LBP sind komplementär. Gabor ist gerichtet und multi-skaliert; LBP ist rotationsinvariant und skalenspezifisch. Ein Praktiker, der einen vollständigen Texturfingerabdruck möchte, sollte beide ausführen und sie nebeneinander lesen.

---

### ### 3.10.2E Iris 3D-Reliefbetrachter – Erweiterte Edition

Version 6.1+ erweitert den vorhandenen 3D-Reliefbetrachter (§3.10.2) erheblich. Alle Steuerelemente des ursprünglichen Betrachters bleiben unverändert; die unten aufgeführten Ergänzungen erscheinen als neues seitliches **Werkzeuge**-Panel, das vom rechten Rand des Betrachter-Dialogs einschiebt.

#### **Oberflächenrendering**

Steuerelement	Optionen	Effekt
<b>Schattierungsmodus</b>	Glatt · Flach · Drahtgitter · Punkte	Glatt ist der vorhandene Standard; Flach hebt einzelne Dreiecksfacetten hervor; Drahtgitter zeigt nur die Netzstruktur; Punkte zeigt die Höhenkarte als Punktwolke
<b>Netzdichte</b>	Niedrig (64 <sup>2</sup> ) · Mittel (128 <sup>2</sup> ) · Hoch (256 <sup>2</sup> ) · Ultra (512 <sup>2</sup> )	Steuert die Dreiecksanzahl des Reliefnetzes. Ultra erzeugt mikroskopische Details, wird aber nur auf dem Desktop empfohlen
<b>Projektion</b>	Perspektivisch · Orthografisch	Orthografische Projektion eliminiert Verkürzung und ist zum Messen relativer Höhen zwischen zwei Merkmalen vorzuziehen

#### **Farbe und Textur**

Steuerelement	Optionen	Effekt
<b>Palette</b>	Foto-Textur · Thermisch · Viridis · Gelände · Graustufen · Tiefengetönt · Pigmentdichte	Foto-Textur ist der vorhandene Standard. Neue Paletten ordnen Höhe Farbe zu, anstatt das Originalfoto zu verwenden, was die Relief-Struktur einfacher lesbar macht
<b>Texturmischung</b>	0 – 100%	Mischt die ausgewählte Palette mit der Fototextur; nützlich, um Pigment und Relief gleichzeitig zu sehen
<b>Overlay</b>	Keines · Zonenpolarraster · Collarett-Ring · Uhr-Markierungen	Zeichnet Overlays direkt auf die 3D-Oberfläche.

Zonenpolarraster ist dasselbe Overlay wie der 2D-Ergebnisbildschirm, auf das Relief projiziert |

### **\*\*Beleuchtung\*\***

Steuerelement	Bereich	Effekt
<b>**Licht-Azimuth**</b>	0° - 360°	Horizontaler Winkel des Richtungslichts – „Streiflicht“ aus einem flachen Winkel enthüllt dramatisch subtiles Relief, das bei hohen Winkeln unsichtbar ist
<b>**Licht-Elevation**</b>	0° - 90°	Vertikaler Winkel des Richtungslichts
<b>**Umgebungslicht**</b>	0 - 100%	Globales Fülllicht – niedrigere Werte vertiefen Schatten für kontrastreiche Relief
<b>**Voreinstellung: Streif NE / NW / SE / SW**</b>	–	Ein-Tap-Voreinstellungswinkel für die Standard-Iridologie-Reliefinspektion

### **\*\*Kamera-Voreinstellungen\*\***

Voreinstellung	Kameraposition
<b>**Draufsicht**</b>	Direkt von oben (90° Elevation, 0° Neigung) – äquivalent zum 2D-Foto
<b>**Landschaft**</b>	~56° Neigung, 0° Rotation – der vorhandene Standard
<b>**Seitenprofil**</b>	0° Elevation – reine Seitenansicht des Reliefs, zum Messen der Collarette-Kamm-Höhe
<b>**3/4-Ansicht**</b>	45° Elevation, 30° Rotation – Lehrbuch-Präsentationswinkel
<b>**Orbit-Animation**</b>	Rotiert 360° um die Y-Achse mit 10° pro Sekunde

### **\*\*Querschnitts-Schieberegler\*\***

Schnitttyp	Beschreibung
<b>**Radialer Schnitt**</b>	Schnitt vom Pupillenzentrum nach außen entlang eines benutzerseitig gewählten Uhr-Winkels (0°-360°). Zeigt das Reliefprofil über Collarette, Ziliarzone und Peripherie einer einzelnen Zone
<b>**Meridionaler Schnitt**</b>	Horizontaler oder vertikaler Schnitt durch die gesamte Iris. Nützlich für bilateralen Profilvergleich
<b>**Freihandschnitt**</b>	Ziehen Sie eine Linie über die Draufsicht, um einen beliebigen Schnittpfad zu definieren

Die Schnittprofilansicht zeigt:

- Höhe (normiert 0-1) auf der Y-Achse
- Distanz entlang des Schnitts auf der X-Achse
- Farbige Markierungen am Pupillenrand, an der Collarette-Position und am Irisrand
- Eine Referenz-Nulllinie zum visuellen Vergleich

### **\*\*Differenzrelief\*\***

Ein **\*\*Hochpassfilter\*\***-Schieberegler subtrahiert eine Gauß-gewicherte Kopie der Höhenkarte vom Original. Niedrige Schiebereglerwerte isolieren

fein-skalige Merkmale – Krypten, kleine Lakunen, einzelne Fasern – von der breiten globalen Krümmung der Iris. Dies ist besonders effektiv für die Isolierung von Tophi und kleinen Lakunen, die visuell von der großskaligen Variation der Stromadichte dominiert werden.

### **\*\*Stereo-Anaglyphen-Modus\*\***

Schalten Sie **\*\*Anaglyphe (Rot/Cyan)\*\*** um, um die 3D-Ansicht als Rot/Cyan-Stereopaar zu rendern. Mit Standard-Rot/Cyan-Anaglyphenbrillen wird das Relief überzeugend dreidimensional auf eine Art und Weise, die die Tiefenwahrnehmung von Krypten und Lakunen über das hinaus verbessert, was eine rotierende monokulare Ansicht erreichen kann.

### **\*\*Bilaterales Doppelfeld-3D\*\***

Ein **\*\*Bilaterale Ansicht\*\***-Button öffnet den 3D-Betrachter in einem geteilten Fensterlayout mit OD auf der linken und OS auf der rechten Seite. Alle Steuerelemente (Beleuchtung, Schieberegler, Palette, Kamera) sind standardmäßig zwischen den beiden Fenstern synchronisiert, mit einem **\*\*Sync\*\***-Schalter zum Entkoppeln, falls unabhängige Inspektion erforderlich ist.

### **\*\*Exportformate\*\***

```
| Export | Erzeugt |
|-----|-----|
| **PNG-Schnappschuss** | Aktuelle 3D-Ansicht als 2048 × 1536 px Bild |
| **Turntable-MP4** | Eine 6-sekündige 360°-Rotationsanimation mit 30
fps, H.264-kodiert |
| **Turntable-GIF** | Wie MP4, aber als 10-Bild-Schleifen-GIF (kleinere
Datei, niedrigere Qualität) |
| **STL-Netz** | 3D-druckbares Netz der Reliefoberfläche; kann in jeden
3D-Druck-Slicer geladen werden |
| **OBJ + Textur** | Texturiertes Netz für den Import in Blender / ZBrush
/ Three.js für Lehrvisualisierungen |
```

> **\*\*Hinweis:\*\*** Die Höhe im 3D-Betrachter spiegelt weiterhin die Luminanz wider, nicht die anatomische Tiefe (siehe §3.10.2). Die neuen Paletten- und Beleuchtungsmodi machen subtiles Relief besser wahrnehmbar, ändern aber diesen grundlegenden Vorbehalt nicht. Dichte Pigmentregionen können weiterhin künstlich erhöht erscheinen. Querschnittsmessungen sind daher **\*\*relative Vergleiche\*\***, keine absoluten anatomischen Höhen.

---

## **## 3.11 Erweitertes Iris-Forschungs-Toolkit**

Das Forschungs-Toolkit ist ein neuer **\*\*Forschungs\*\***-Tab, der über die untere Buttonleiste auf dem Analyseergebnisbildschirm zugänglich ist, positioniert nach dem Visuellen-Vergleich-Button. Es bündelt Werkzeuge, die spezialisierter sind als die Standard-Chip-Bar-Overlays und die von einem dedizierten Vollbild-Arbeitsbereich profitieren.

Der Tab öffnet sich als Vollbild-Dialog mit einer linksseitigen vertikalen Werkzeugleiste, die jedes Werkzeug auflistet. Die Auswahl eines Werkzeugs aktiviert es im Hauptbereich. Alle Werkzeuge werden auf Anfrage berechnet und pro Auge für die Sitzung zwischengespeichert.

> **\*\*Zielgruppe:\*\*** Das Forschungs-Toolkit richtet sich an Praktiker, die klinische Forschung betreiben, Iridologie auf Universitäts- oder Institutsebene unterrichten oder vergleichende Fallstudien veröffentlichen. Die routinemäßige klinische Nutzung von PupilMetrics erfordert keine Interaktion mit diesen Werkzeugen.

---

### ### 3.11.1 Iris-Gummituch-Entfaltung (Daugman-Normalisierung)

**\*\*Was es tut\*\***

Die Gummituch-Transformation konvertiert die donutförmige Irisregion – begrenzt durch die Pupille innen und den Irisrand außen – in einen rechteckigen Streifen, indem polare Koordinaten (Radius, Winkel) in kartesische Koordinaten (x, y) abgebildet werden.

Die entfaltete Iris ist die kanonische Form, die in praktisch allen veröffentlichten Irisforschungsarbeiten verwendet wird. Jede Zone, jede Faser, jede Krypte wird zu einem vertikalen Streifen oder lokalisierten Patch in einem flachen Bild, das einfach zu inspizieren, zu messen und sitzungsübergreifend nebeneinander zu vergleichen ist.

**\*\*Ausgabe\*\***

Ein rechteckiges 512 × 64 Pixel Bild, in dem:

- Die **\*\*X-Achse\*\*** die Winkelposition darstellt (0° um 3 Uhr, 90° um 12 Uhr, 180° um 9 Uhr, 270° um 6 Uhr)
- Die **\*\*Y-Achse\*\*** den normalisierten Radius darstellt (0 = Pupillenrand oben am Streifen; 1 = Irisrand unten)
- Farbe und Pigment aus dem Originalbild erhalten bleiben

**\*\*Overlays\*\***

Overlay   Zeigt
----- -----
Uhrzeitskala   Uhrzeit-Markierungen entlang der oberen Kante (1-12)
Zonenbänder   Vertikale schattierte Bänder entsprechend den acht Iridologiezonen
Collarette-Linie   Horizontale Linie am erkannten Collarette-Radius
Zonenbefund-Markierungen   Punkte an (Winkel, Radius) jedes FLAT / PROT / ANW-Befunds

**\*\*Klinische Anwendungen\*\***

- **\*\*Vollständige Irisinspektion auf einen Blick\*\*** – Keine Rotation erforderlich, um den gesamten Umfang zu sehen.

- **Sektorenvergleich** – Entfaltete OD- und OS-Streifen können übereinandergelegt werden (nach Spiegelung von OS), um entsprechende Sektoren direkt zu vergleichen.
- **Veröffentlichung** – Die entfaltete Darstellung ist die Standardabbildung in Irisforschungsarbeiten; PupilMetrics kann sie nun direkt exportieren.
- **Lehre** – Studierende sehen den vollständigen Zonenring linear ausgelegt, anstatt um eine Scheibe rotieren zu müssen.

---

### ### 3.11.2 Radiale Faserorientierungskarte

**Was es tut**

Aufbauend auf dem Gabor-Filterbank aus §3.10.7 berechnet die Orientierungskarte die **dominante Gabor-Orientierung** an jedem Pixel der entfalteten Iris und rendert sie als farbrad-kodiertes Bild. Jede Orientierung (0° bis 180°) wird einem Farbton zugeordnet; die Sättigung der Farbe kodiert, wie stark diese Orientierung über die anderen dominiert.

**Interpretation**

Farbmuster	Stroma-Bedeutung
-----	-----
Gleichmäßig vertikal (Magenta im Standard-Farbrad) im entfalteten Streifen	Gut organisierte radiale Fasern – klassisches Neurogen-Robustes Muster
Horizontale (Cyan) Streifen	Konzentrische Strukturen – Kontraktionsfurchen, Ringe
Gewirbeltes / fleckiges	Desorganisiertes Stroma – häufig bei Mesenchymal Pathologisch
Grau-Zonen mit niedriger Sättigung	Keine dominante Orientierung – typisch für dichte Pigmentfelder

**Overlays**

- **Orientierungshistogramm** – Kreishistogramm, das die globale Faserorientierungsverteilung für die gesamte Iris zeigt
- **Zonen-Balken** – Kleine zonenweise Orientierungsdominanz-Balken unter jedem Zonenband
- **Rosendiagramm** – Klassisches Winkelhistogramm in der 2D-Polaransicht der Iris

---

### ### 3.11.3 Automatische Krypten- und Lakunen-Erkennung

**Was es tut**

Der Krypten-Detektor identifiziert dunkle Vertiefungen im Iris-Stroma mithilfe einer dreistufigen Pipeline:

1. **Vorverarbeitung** – Spiegelreflexion-Inpainting (§3.11.5) und CLAHE-Normalisierung.
2. **Blob-Erkennung** – Ein Difference-of-Gaussians (DoG)-Filter markiert lokale dunkle Minima bei mehreren Skalen.
3. **Formvalidierung** – Jeder Kandidat wird an eine Ellipse angepasst; Seitenverhältnis, Solidität und Fläche werden gegen konstitutionelle Bereiche geprüft. Randartefakte (Hornhautreflexionen, Wimpernschatten) werden abgelehnt.

Jede Erkennung wird auf dem Irisbild als nummerierte Kontur in Cyan gezeichnet. Der Detailbereich listet jede Krypte mit ihren gemessenen Eigenschaften auf.

**Erkannte Eigenschaften (pro Krypte)**

Eigenschaft	Einheit	Hinweise
Durchmesser	mm	Kalibriert aus dem gemessenen Irisdurchmesser in §3.3
Tiefe (relativ)	0 - 1	Dunkelheit des Krypten-Innenraums gegenüber dem umgebenden Stroma
Formklasse	Blatt · Rund · Wabenartig · Torpedo · Defektzeichen	Basierend auf Seitenverhältnis und Solidität
Zone	Zonename	Abgeleitet aus der Winkelposition
Radiales Band	Pupillar · Nutritiv · Ziliar · Peripher	Basierend auf normierter Radialposition

**Zusammenfassungsausgabe**

Messwert	Bedeutung
<b>Kryptenanzahl (OD/OS)</b>	Gesamt erkannt pro Auge
<b>Formverteilung</b>	Kreisdiagramm der Formklassen
<b>Zonenverteilung</b>	Balkendiagramm der Anzahl pro Zone
<b>Symmetrie-Score</b>	OD/OS-Zonenhistogramm-Schnittmenge, 0-100%

**Klinische Anwendungen**

- **Konstitutionstypisierung** – Eine hohe Wabenmuster-Anzahl ist ein Marker für Mesenchymal Pathologisch; eine Blatt/Petal-Verteilung um den Collarette ist die Signatur von Glandulär Pathologisch.
- **Strukturierte Berichterstattung** – Die erkannte Kryptenliste ist als neuer optionaler Abschnitt im PDF-Bericht (§4.3) verfügbar und wird in den JSON-Daten exportiert (§4.5).
- **Longitudinale Verfolgung** – Kryptenanzahlen pro Zone werden zur Serienscan-Zeitlinie (§3.10.6) für Patienten mit Lakunen-dominanten Konstitutionen hinzugefügt.

> **Hinweis:** Die automatische Erkennung ist als klinische Hilfe gedacht, nicht als Ersatz für die trainierte visuelle Beurteilung. Kleine Krypten unterhalb der kalibrierten Größenschwelle von 0,3 mm werden absichtlich nicht gemeldet. Grenzwertige Erkennungen tragen einen Konfidenzwert und können im Detailbereich gefiltert werden.

---

### ### 3.11.4 Kontraktionsfurchen-Erkennung (Nervenfurchen)

**\*\*Was es tut\*\***

Kontraktionsfurchen – manchmal **\*\*Nervenfurchen\*\*** oder **\*\*Krampfringe\*\*** genannt – sind konzentrische kreisförmige Rillen in der Ziliarzone der Iris. In der klassischen Iridologie werden sie mit Nervensystemreizbarkeit und chronischer neuromuskulärer Spannung assoziiert (siehe §6.2, Vegetativ-Spastische Konstitution).

Der Detektor scannt den entfalteteten Irisstreifen (§3.11.1) nach horizontalen dunklen Bändern und meldet jedes als Ring mit gemessenen Eigenschaften.

**\*\*Ausgabe\*\***

Spalte   Beschreibung
Ring-ID   Sequenziell (Ring 1 = innerster)
Normierter Radius   0 - 1, Pupille → Rand
Tiefe   Dunkelheitskontrast gegenüber dem benachbarten Stroma
Vollständigkeit   % des Umfangs, den der Ring durchquert
Uhrzeit-Spanne   Start-Ende-Uhrzeit-Positionen

**\*\*Klinische Anwendungen\*\***

- Objektive Bestätigung des Krampfring-Zeichens, das bei der Vegetativ-Spastischen Konstitutionstypisierung verwendet wird.
- Longitudinale Überwachung von chronischem Stress oder Haltungsspannung
- progressive Ringvertiefung oder das Auftreten neuer Ringe ist ein forschungsbeobachtungsmäßiger Marker.

---

### ### 3.11.5 Spiegelreflexion-Inpainting

**\*\*Was es tut\*\***

Hornhautreflexionen von Lichtquellen – der Iriskop-LED-Ring, Deckenlichter, Leuchten – erzeugen helle Spiegelflecken, die das Irisbild überlagern. Diese Flecken kontaminieren CLAHE-, Gabor-, LBP-, Wärmekarten- und 3D-Reliefmessungen, weil sie nicht-biologische Hochluminanz-Ausreißer einführen.

Das Inpainting-Werkzeug erkennt Spiegelregionen mithilfe eines kombinierten Helligkeits- + Farbsättigungs-Schwellenwerts und rekonstruiert dann die darunter liegende Iristextur mithilfe des Telea-Schnellmarschiier-Inpainting-Algorithmus, der aus den umgebenden Pixeln geseeded wird.

**\*\*Ausgabe\*\***

Ansicht	Zeigt
<b>Original</b>	Das rohe Irisbild mit einem roten transparenten Overlay, das erkannte Spiegelregionen markiert
<b>Inpainted</b>	Dasselbe Bild mit Spiegelregionen, die aus ihrer Umgebung rekonstruiert wurden

**Weitergabe**

Ein Schalter **„Inpainted-Bild in Overlays verwenden“** in den Einstellungen (§8.6), standardmäßig deaktiviert, wendet das inpainted Bild auf alle anderen Overlay-Werkzeuge an (CLAHE, Wärmekarte, Gabor, LBP, 3D-Relief). Wenn aktiviert, arbeiten diese Overlays auf dem rekonstruierten Bild und erzeugen sauberere Texturmetriken auf Kosten von ca. 30% zusätzlichem Rechenaufwand pro Sitzung.

> **Wichtig:** Inpainting **ändert nicht** die Kernanalyse-Pipeline, die Pupillen-/Irisgrenz-Erkennung oder den gespeicherten Scan-Datensatz. Es betrifft nur die Visualisierung.

---

### 3.11.6 Heterochromie-Sektor-Kartierung

**Was es tut**

Der Heterochromie-Mapper führt eine **k-Means-Farbgruppierung** im LAB-Farbraum über die entfaltete Iris durch und identifiziert Bereiche der Iris, deren dominante Farbe sich deutlich vom Gesamtfarbzentroid der Iris unterscheidet. Die Ausgabe hebt sektorale Farbasymmetrien hervor – das charakteristische Zeichen der **sektoralen Heterochromie** – und quantifiziert die Ausdehnung jedes abweichenden Sektors.

**Ausgabe**

Messwert	Bedeutung
<b>Dominante Farbe (LAB)</b>	Referenzfarbe für die Iris als Ganzes
<b>Sektorenanzahl</b>	Anzahl erkannter heterochromatischer Sektoren
<b>Sektordetails</b>	Uhrzeit-Bereich · Winkelausdehnung (°) · $\Delta E$ (perzeptueller Farbabstand) · Zonenzuordnungen
<b>Bilaterale Diskordanz</b>	Zentrale Heterochromie-Zählung (OD vs OS) Markierung

Die Ergebnisse werden auf dem 2D-Irisbild als farbige Konturen um jeden heterochromatischen Sektor zurückgezeichnet, jeweils mit seinem  $\Delta E$ -Wert beschriftet. Eine sekundäre entfaltete Ansicht zeigt die Heterochromie als gebänderte Karte über den gesamten Irisumfang.

**Klinische Anwendungen**

– **Biliäre/Gemischte Konstitutionstypisierung** – Zentrale Heterochromie ist ein definierendes Merkmal mehrerer Biliärer Subtypen (§6.2).

- **Leberzonen-Pigment-Erkennung** – Der 7-9 Uhr-Sektor im OD ist eine klassische Leberzone-Lokalisation; Heterochromie-Kartierung quantifiziert seine Ausdehnung und  $\Delta E$  objektiv.
- **Angeboren vs. erworben** – Patienten mit früh-lebenslanger sektoraler Irisasymmetrie können von erworbenen Pigmentveränderungen unterschieden werden, indem historische Bilder über §3.11.7 überprüft werden.

---

### ### 3.11.7 Bilateraler Strukturähnlichkeitsindex (SSIM-OD/OS)

**Was es tut**

SSIM (Structural Similarity Index) ist ein perzeptuelles Bildähnlichkeitsmaß, das angibt, wie eng zwei Bilder in Bezug auf Luminanz, Kontrast und Struktur übereinstimmen. PupilMetrics verwendet SSIM zur Quantifizierung bilateraler Irissymmetrie: Nach der Entfaltung beider Augen (§3.11.1) und Spiegelung von OS zur Übereinstimmung mit der OD-Orientierung wird eine gefensterte SSIM-Karte über das ausgerichtete Paar berechnet.

**Ausgabe**

Messwert	Bedeutung
<b>Globaler SSIM-Score</b>	0 - 1; > 0,85 = stark symmetrisch · 0,70 - 0,85 = moderat · < 0,70 = asymmetrisch
<b>SSIM pro Zone</b>	Acht SSIM-Werte, einer pro Zone, als radiales Balkendiagramm
<b>Differenzkarte</b>	Die pixelweise SSIM-Karte als Farbbild (rot = geringe Ähnlichkeit, grün = hoch)

**Klinische Anwendungen**

- **Bilaterale Symmetrie in einer Zahl** – Praktiker, die eine einzige Zusammenfassungszahl für OD/OS-Ähnlichkeit möchten, können den Globalen SSIM-Score als forschungsergänzende Ergänzung zum visuellen Nebeneinander-Vergleich verwenden.
- **Zonen-spezifische Asymmetrie** – Ein niedriger SSIM in einer einzigen Zone, bei hohem Wert aller anderen, signalisiert einen lateralisierten Befund in dieser Zone, der möglicherweise nicht individuell durch FLAT/PROT/ANW-Schwellenwerte erfasst wird.
- **Sitzungskonsistenz** – SSIM zwischen zwei Aufnahmen desselben Auges (aus aufeinanderfolgenden Sitzungen) liefert einen objektiven Bildqualitäts- und Registrierungs-Score; sinkender SSIM in der Scan-Verlauf eines Patienten zeigt an, dass die Aufnahmetechnik oder die Gerätausrichtung abweicht.

---

### ### 3.11.8 Frangi Vesselness – Faserkamm-Verstärkung

**Was es tut**

Der **Frangi-Vesselness-Filter**, ursprünglich für die Retinagefäß-Segmentierung entwickelt, berechnet eine Eigenwertanalyse des Bild-Hessians bei mehreren Skalen, um an jedem Pixel eine Gefäßähnlichkeits-Wahrscheinlichkeit zu erzeugen. Bei der Irisbildgebung verstärkt derselbe Filter **radiale Faserstrukturen** und **Querfasern** gegen den Stromahintergrund – und erzeugt eine saubere, kontrastreiche Faserkarte frei von dem Richtungsbias des Gabor-Filterings.

#### **Ausgabe**

Eine Graustufenkarte der Gefäßähnlichkeit, auf der helle Kämme erkannte Fasern markieren. Das Bild wird mit einem benutzerkontrollierten Deckkraft-Schiebereglern auf das Original-Irisbild überlagert.

#### **Abgeleitete Metriken**

Metrik	Bedeutung
<b>Faserbedeckung</b>	Prozent der Ziliarzonen-Pixel oberhalb des Vesselness-Schwellenwerts
<b>Mittlere Faserdicke</b>	Durchschnittliche Breite erkannter Kämme, in mm
<b>Querstreifenanzahl</b>	Anzahl der Querfasern (nicht-radial orientierte Fasern)

#### **Klinische Anwendungen**

- Quantifizierung der Faserdichte bei dunklen Iriden mit niedrigem Kontrast, bei denen die visuelle Beurteilung schwierig ist.
- Querfaser-Zählung – Querfasern sind ein spezifischer konstitutioneller Marker (Neurogenisch Robust) und ihre automatische Zählung bietet objektive Unterstützung für die visuelle Beurteilung.

---

### ### 3.11.9 GLCM-Haralick-Texturpanel

#### **Was es tut**

Das GLCM-Panel (Grey-Level Co-occurrence Matrix) berechnet die klassischen Haralick-Texturmerkmale auf Zonenbasis. GLCM quantifiziert, wie oft Paare von Pixelwerten bei einem festen räumlichen Versatz auftreten, und Haralicks abgeleitete Merkmale fassen diese Matrix in interpretierbare Zahlen zusammen.

#### **Gemeldete Merkmale (pro Zone)**

Merkmal	Bedeutung
<b>Kontrast</b>	Lokale Intensitätsvariation – hoch in faserigen Regionen
<b>Homogenität</b>	Ähnlichkeit benachbarter Pixelwerte – hoch in Pigmentfeldern

**\*\*Energie\*\***	Gleichmäßigkeit – hoch für regelmäßige Muster, niedrig für zufällige
**\*\*Entropie\*\***	Unordnung – hoch für desorganisierte Texturen
**\*\*Korrelation\*\***	Lineare Vorhersagbarkeit zwischen Nachbarn – hoch für organisierte Faserverläufe

Eine Acht-Zeilen-Tabelle (eine Zeile pro Zone) zeigt die fünf Haralick-Merkmale, farbkodiert gegen einen Referenzbereich. Ein Netzdiagramm oben visualisiert die fünf Merkmale als Fünfachsen-Profil.

#### **\*\*Klinische Anwendungen\*\***

- Haralick-Merkmale sind die am häufigsten veröffentlichten quantitativen Texturdeskriptoren in der medizinischen Bildanalyse-Literatur; ihre Aufnahme bedeutet, dass PupilMetrics-Ausgaben direkt mit externen Forschungsdatensätzen vergleichbar sind.  
- In Kombination mit Gabor + LBP liefert GLCM ein vollständiges Texturcharakterisierungs-Trio, das den gesamten Raum der Stromavariation abdeckt.

---

### ### 3.11.10 Iris-Signatur und Sitzungsverifikation

#### **\*\*Was es tut\*\***

Eine **\*\*Iris-Signatur\*\*** ist ein kompakter biometrischer Fingerabdruck, der aus dem Gabor-Phasencode der entfalteten Iris (dem Daugman-Iriscode) abgeleitet und lokal neben dem Scan-Datensatz gespeichert wird. Die Signatur wird ausschließlich zu einem Zweck verwendet: zu überprüfen, dass zwei Scans im lokalen Scan-Verlauf derselben **\*\*biologischen Iris\*\*** entsprechen – um versehentliche Falschzuordnungen zu verhindern, wenn ein Patientename falsch geschrieben ist oder wenn zwei Patienten denselben Namen teilen.

#### **\*\*Was gespeichert wird\*\***

Ein 256-Byte-Phasencode plus eine 256-Byte-Maske pro Auge. Der Code ist nicht menschenlesbar. Die Signatur enthält **\*\*keine Pigment-, Textur- oder Fotoinformationen\*\*** – es ist streng ein binärer Code für das Matching.

#### **\*\*Wie es funktioniert\*\***

Wenn die Serienscan-Zeitlinie (§3.10.6) für einen Patienten geöffnet wird, wird jeder Scan in der Zeitlinie mit dem neuesten Scan mithilfe der Hamming-Distanz verglichen. Übereinstimmende Scans werden unter einer einzigen gemeinsamen Identität gruppiert; Scans mit einer Hamming-Distanz über 0,32 (dem Daugman-Schwellenwert) werden mit einem bernsteinfarbenen **\*\*„Identitätsabweichung“\*\***-Warnsymbol markiert, damit der Praktiker untersuchen kann.

#### **\*\*Datenschutz\*\***

- Alle Iris-Signaturen werden **ausschließlich lokal auf dem Gerät** gespeichert (gleiche Richtlinie wie §9.5).
- Signaturen werden **niemals übertragen**, nie an CNRI-Server gesendet und nie in einem Bericht exportiert.
- Signaturen können in einer Aktion über eine Schaltfläche **„Alle Iris-Signaturen löschen“** in den Einstellungen bereinigt werden. Das Löschen eines Scan-Datensatzes löscht seine zugehörige Signatur.
- Die Signatur kann nicht umgekehrt werden, um ein Irisbild oder Foto zu rekonstruieren.

> **Wichtig:** Diese Funktion dient **ausschließlich der internen Datensatz-Kontinuitätsverifikation**. Es ist kein biometrisches Identifikationssystem, ist mit keiner externen Datenbank verbunden und darf nicht für Identitätsverifikation, Zugangskontrolle oder sicherheitsbezogene Zwecke verwendet werden.

---

### ### 3.11.11 Mehrfachbild-Fusion und Super-Resolution-Aufnahme

**Was es tut**

Anstatt einen einzelnen Frame aufzunehmen, wenn die Qualitätsprüfung erfolgreich ist, nimmt die Mehrfachbild-Fusion eine **Burst-Aufnahme von 8 Frames** über ca. 0,5 Sekunden auf und fusioniert sie durch zwei komplementäre Prozesse:

1. **Bildausrichtung** – Subpixel-Registrierung jedes Frames auf den qualitativ hochwertigsten Referenzframe mittels normierter Kreuzkorrelation über einen Pupillen-und-Collarett-Landmarken-Satz.
2. **Super-Resolution-Rekonstruktion** – Gewichtete Mittelung bis zu 2× der Eingangsauflösung, die ein einzelnes Ausgabebild mit reduziertem Sensorrauschen, unterdrückten Spiegelreflexionen (per Mehrheitsvotum über Frames) und erhöhter effektiver Auflösung erzeugt.

**Wann es aktiv ist**

Mehrfachbild-Fusion ist ein optionaler Aufnahmemodus, der pro Auge auf dem Kameramodus-Selektor (§2.2) aktiviert wird. Es ist im Qualitätsgekoppelten Modus und im USB-/Iris-Kop-Modus verfügbar. Im PLR-Video-Modus (§2.6) ist es nicht verfügbar.

**Kompromisse**

Faktor	Einzelbild	Mehrfachbild-Fusion
Aufnahmedauer	Sofort	~0,5 s
Patientenkooperation	Minimal	Stabile Fixation für 0,5 s
Rauschen	Sensorrauschen vorhanden	Rauschen reduziert um $\sim\sqrt{8} \approx 2,8\times$
Spiegelreflexion	Festes Muster erhalten	Reflexionen reduziert (wenn sie auf verschiedene Irisregionen über Frames fallen)
Effektive Auflösung	Nativer Sensor	Bis zu 2× nativ

| Analysegenauigkeit | Referenz-Pipeline | Identische Pipeline; höhere Eingangsqualität verbessert alle Textur- und Reliefmesswerte |

### **\*\*Klinische Anwendungen\*\***

- Dino-Lite-Bilder mit höherer effektiver Auflösung für Publikationsqualitäts-Abbildungen.
- Sauberere Eingabe für Gabor-/LBP-/Frangi-Texturwerkzeuge – Texturmetriken aus einer fusionierten Aufnahme sind zwischen Sitzungen wesentlich stabiler.
- Reduzierte Spiegelreflexionskontamination ohne Inpainting.

> **\*\*Hinweis:\*\*** Das fusionierte Bild und seine Frame-weisen Quell-Frames werden beide im Scan-Datensatz gespeichert. Der Frame-weise Satz kann im Forschungs-Tab inspiziert werden; das fusionierte Bild ist das, was die Standard-Analysepipeline speist.

---

## **## 3.12 PLR-Signalanalyse-Erweiterungen**

Version 6.1+ erweitert den PLR-Videomodus (§2.6) erheblich mit einer quantitativen Signalanalyse-Schicht. Die vorhandene Pupillendurchmesser-Zeitreihe ist unverändert; die neuen Funktionen operieren alle auf dieser Reihe nach der Aufnahme.

---

### **### 3.12.1 Konstriktionskinetik – Geschwindigkeit, Amplitude, Latenz**

Das Konstriktionskinetik-Panel extrahiert die vier kanonischen PLR-Parameter aus der Durchmesserkurve:

Parameter	Symbol	Definition	Normaler Erwachsenenbereich
<b>**Latenz**</b>	$T_{L}$	Zeit vom Stimulus-Beginn bis zur ersten detektierbaren Durchmesserreduktion	200 - 280 ms
<b>**Maximale Konstriktionsamplitude**</b>	$\Delta D_{max}$	Differenz zwischen Basisdurchmesser und minimalem Durchmesser während der Reaktion	1,0 - 2,5 mm
<b>**Maximale Konstriktionsgeschwindigkeit**</b>	$V_{c}$	Spitze der ersten Ableitung der Durchmesserkurve	3 - 7 mm/s
<b>**Konstriktionsdauer**</b>	$T_{c}$	Zeit vom Beginn bis zum minimalen Durchmesser	700 - 1.000 ms

Jeder Wert wird mit seinem normalen Erwachsenen-Referenzbereich angezeigt und markiert, wenn er außerhalb des Bereichs liegt. Die Bereiche sind pro Altersgruppe anpassbar mit der Altersanpassungstabelle, die bereits in §3.2 implementiert ist.

---

### **### 3.12.2 Redilatationszeit (T75)**

T75 ist die Zeit, die die Pupille benötigt, um sich nach dem Konstriktionsminimum auf 75% ihres Prästimulus-Basisdurchmessers zu redilatieren. Es ist ein weit verbreiteter Marker des parasympathischen-sympathischen Gleichgewichts in der Pupillometrie-Forschung.

T75-Wert   Interpretation
< 1,2 s   Schnelle Redilatation – sympathische Dominanz
1,2 – 2,0 s   Normaler Bereich
> 2,0 s   Verlangsamte Redilatation – parasympathische Dominanz, Ermüdung oder pharmakologischer Einfluss

---

### ### 3.12.3 Hippus – Spontane Oszillationserkennung

**Hippus** ist die normale physiologische Niederfrequenzoszillation des Pupillendurchmessers in Ruhe (typischerweise 0,1 – 1 Hz). Erhöhte Hippus-Amplitude ist ein forschungsbeobachtungsmäßiger Marker für autonome Instabilität.

Nachdem die Konstriktionskurve in ihre Steady-State-Basislinie übergegangen ist (beginnend ~3 Sekunden nach dem Stimulus), berechnet PupilMetrics:

Metrik   Bedeutung
<b>Hippus-Amplitude</b>   Spitze-zu-Spitze-Basislinienoszillationsamplitude, normiert auf den mittleren Durchmesser
<b>Hippus-Frequenz</b>   Dominante Frequenz im 0,05 – 1,5 Hz-Band
<b>Hippus-Unregelmäßigkeit</b>   Variationskoeffizient aufeinanderfolgender Spitzenintervalle

---

### ### 3.12.4 Spektralanalyse (Fourier) der PLR-Kurve

Ein **Spektrum**-Tab auf dem PLR-Ergebnisbildschirm zeigt die Leistungsspektraldichte der Basisliniendurchmesserkurve (Welch-Methode, 4-Sekunden-Fenster, 50% Überlappung). Das Spektrum wird mit schattierten Bändern für die drei physiologischen Frequenzbereiche gezeichnet:

Band   Bereich   Physiologische Assoziation
Sehr niedrige Frequenz   0,04 – 0,15 Hz   Thermoregulation, humorale Aktivität
Niedrige Frequenz   0,15 – 0,4 Hz   Sympathische Modulation (pupilläres Analogon der HF-LF)
Hohe Frequenz   0,4 – 1,5 Hz   Parasympathische Modulation (pupilläres Analogon der HF-HF)

Das NF/HF-Verhältnis wird als einzelner forschungsbeobachtungsmäßiger autonomer Gleichgewichts-Proxy angezeigt.

> **Nur-Forschungs-Vorbehalt.** Alle PLR-Signalanalyse-Metriken sind experimentell. Sie werden von Umgebungslicht, Fixationsstabilität, Blinzeln, Flash-Konsistenz und Kamera-Framerate beeinflusst. Veröffentlichte Normbereiche setzen Laborqualitäts-Pupillometer voraus; Mobile-Kamera-Werte können systematische Abweichungen von diesen Bereichen zeigen. Nur für Längsschnittvergleiche innerhalb desselben Patienten und desselben Geräts verwenden.

---

---

## ## 4. Patientenverwaltung und Exporte

### ### 4.1 Patienteninformationsformular

Vor jedem Scan erfasst PupilMetrics folgende Informationen:

Feld	Erforderlich	Hinweise
<b>Name</b>	Ja	Freitext; wird wortgetreu im Scan-Datensatz gespeichert
<b>Alter</b>	Ja	Ganze Jahre; wird zur Auswahl der Altersanpassungsgruppe verwendet (Abschnitt 3.2)
<b>Geschlecht</b>	Ja	Männlich/Weiblich-Umschalter
<b>Hauptbeschwerden</b>	Nein	Freitextfeld für die klinischen Notizen des Praktikers; erscheint in allen exportierten Berichten
<b>Praxis-/Klinikname</b>	Nein	Wird mit dem zuletzt gespeicherten Wert vorausgefüllt; bleibt sitzungsübergreifend via SharedPreferences erhalten

#### **Klinikname-Persistenz**

Der Klinikname wird automatisch gespeichert, sobald Sie auf dem Patienteninformationsbildschirm auf **Weiter** tippen. Wenn Sie das Formular das nächste Mal öffnen, ist das Feld mit dem gespeicherten Wert vorausgefüllt, sodass Sie ihn nur einmal pro Installation eingeben müssen. Um ihn zu löschen, entfernen Sie den Text und tippen Sie auf Weiter.

#### **Datenumfang**

Patientendatensätze befinden sich ausschließlich auf dem lokalen Gerät – es werden keine Daten an externe Server übertragen. Unter Windows wird die Datenbank im Anwendungsunterstützungsverzeichnis der App gespeichert (typischerweise `%APPDATA%\cnri\pupilmetrics\bexel\_scans.db`). Auf Android und iOS wird der sandboxed Speicherort der Plattform verwendet.

---

### ### 4.2 Scanverlauf

Jede abgeschlossene Analyse wird in dem Moment automatisch in einer lokalen SQLite-Datenbank gespeichert, in dem der Ergebnisbildschirm fertig geladen ist. Es ist keine manuelle Speicheraktion erforderlich.

## **\*\*Scanverlauf öffnen\*\***

Plattform	Öffnen durch	
----- -----		
<b>**Windows**</b>	`Ctrl + H`-Tastenkürzel oder die Scanverlauf-Schaltfläche	
	auf dem Ergebnisbildschirm	
<b>**Android / iOS**</b>	Scanverlauf-Schaltfläche auf dem Ergebnisbildschirm	

## **\*\*Was pro Scan gespeichert wird\*\***

Feld	Beschreibung	
----- -----		
Patientenname, Geschlecht, Alter	Aus dem	
Patienteninformationsformular		
Hauptbeschwerden	Praxis-Notizen zum Zeitpunkt der Aufnahme	
Scan-Datum/-Uhrzeit	UTC-Zeitstempel, aufgezeichnet bei Abschluss der	
Analyse		
OD / OS Bildpfade	Dateipfade zu den aufgenommenen Augenbildern (nicht	
die Bilder selbst)		
OD / OS Ergebnis-JSON	Vollständiges Analyseergebnis: PI-Verhältnis,	
	Ellipsität, Dezentration, ANW-Beurteilung, Zonenbefunde, Konfidenz	
Anisokorie-JSON	Bilaterales Pupillengrößenvergleichsergebnis	
Altersnorm-JSON	Altersgruppe, erwarteter Bereich, gemessener	
Durchmesser, Status		

## **\*\*Datensätze durchsuchen\*\***

Die Suchleiste im Scanverlauf stimmt sowohl mit Patientennamen als auch mit Hauptbeschwerden-Text überein. Die Suche ist live – die Ergebnisse werden beim Tippen aktualisiert. Alle Ergebnisse werden nach dem neuesten zuerst sortiert.

## **\*\*Tabs\*\***

- **\*\*Iris-Scans\*\*** – alle Standard-Analysedatensätze (beide Plattformen)
- **\*\*PLR-Tests\*\*** – Pupillenlichtreflexvideo-Aufnahmen (nur mobil; dieser Tab ist auf Windows Desktop ausgeblendet, da der PLR-Videomodus den Flash eines Telefons benötigt)

## **\*\*Serienscan-Zeitlinie\*\***

Tippen Sie auf das **\*\*Zeitlinien-Symbol\*\*** bei einem Iris-Scan-Datensatz, um die Serienscan-Zeitlinie für diesen Patienten zu öffnen. Die Zeitlinie stellt PI-Verhältnis, Ellipsität und Konfidenzwerte für OD und OS über alle übereinstimmenden Scans in chronologischer Reihenfolge dar. Siehe Abschnitt 3.10.6 für vollständige Details.

## **\*\*Excel-Export\*\***

Unter Windows exportiert eine **\*\*Excel\*\***-Schaltfläche in der Symbolleiste den vollständigen Scanverlauf in eine formatierte `\.xlsx\`-Tabelle`. Siehe Abschnitt 4.8 für Details.

## **\*\*Datensatz löschen\*\***

Wischen Sie einen Datensatz nach links (mobil) oder verwenden Sie die Löschen-Schaltfläche (Desktop), um ihn aus der Datenbank zu entfernen.

Die zugehörigen Bilddateien werden nicht automatisch von der Festplatte gelöscht.

---

### ### 4.3 PDF-Bericht

Der PDF-Bericht ist das primäre Exportformat. Er wird auf dem Gerät mit dem `pdf`-Paket erstellt und im Dokumentenordner des Geräts gespeichert (oder direkt auf Mobilgeräten geteilt).

#### \*\*Generierung\*\*

Tippen Sie auf dem Analyseergebnisbildschirm auf die **PDF**-Schaltfläche (Druckersymbol). Eine Fortschrittsanzeige erscheint, während das Dokument zusammengestellt wird, dann wird eine Bestätigungsbenachrichtigung mit dem gespeicherten Dateipfad angezeigt.

Auf Mobilgeräten sendet eine zusätzliche **Teilen**-Schaltfläche den PDF direkt an jede App, die Dateien akzeptiert (E-Mail, Cloud-Speicher, Messaging-Apps).

#### \*\*Berichtsinhalt (in Reihenfolge)\*\*

Abschnitt	Inhalt
Kopfzeile	Berichtstitel, App-Version (v5.3.0), Kliniknamenbanner (falls gesetzt)
Patienteninformationen	Name, Geschlecht, Alter, Altersgruppe, Hauptbeschwerden
Augenbilder	OD- und OS-Fotos nebeneinander (komprimiert auf $\leq 2000$ px Breite bei 85% JPEG-Qualität)
Pupillengrößenvergleich	Bilaterale Anisokorie-Tabelle: OD%, OS%, Differenz%, Schweregradbezeichnung
Aufnahmedistanzmetriken	OD/OS Irisdurchmesser in Pixeln, Größenübereinstimmung %, Distanzübereinstimmungsstatus
Rechtes Auge Analyse	Note, PI-Verhältnis + Bezeichnung, Ellipsität, Kreisförmigkeit, Dezentration; Zonenbefunde (FLAT/PROT/ANW) mit Schweregrad; Pupillenform; ANW-Parameter
Linkes Auge Analyse	Gleiche Struktur wie rechtes Auge
Forschungsbeobachtungen	Augenübergreifende Musterhinweise (bilateraler ANW, Dezentrationismuster usw.)
Beobachternotizen	Im Zonenoverlay-Dialog eingegebene Freitextnotizen (falls vorhanden)
Kräuterempfehlungen	*(Wenn Kräutermodus aktiviert und Befunde vorhanden)* Grüner Header-Abschnitt: Karten pro Befund mit OD/OS-Kennzeichen, Organ, Bedingungen, Kräuternamen und Evidenzreferenzanzahl, Haftungsausschluss
Ernährungsempfehlungen	*(Wenn Ernährungsmodus aktiviert und Befunde vorhanden)* Oranger Header-Abschnitt: Schlüsselnährstoffe, farbcodierte Lebensmittelgruppen, erste Organunterstützungsnotiz
Chiropraktische Korrelationen	*(Wenn Chiropraktik-Modus aktiviert und Befunde vorhanden)* Violetter Header-Abschnitt: Wirbelsegment, Nervenwurzeln, Subluxationsindikatoren, Übungen, Haltungshinweis

| TCM-Korrelationen | \*(Wenn TCM-Modus aktiviert und Befunde vorhanden)\*  
Roter Header-Abschnitt: Organ, Element, Meridian-Uhr, Funktionen, erstes  
Muster mit Symptomen/Formel, tonifizierende Lebensmittel |

\*\*Naturmedizinische Abschnitte werden nur einbezogen, wenn:\*\*  
1. Das entsprechende Therapiemodul in den Einstellungen aktiviert ist.  
2. Die Analyse mindestens einen anwendbaren Irisbefund für diese  
Modalität gefunden hat.

Dies hält den PDF-Bericht prägnant für Praktiker, die nur ausgewählte  
Therapiesysteme verwenden.

\*\*Dateinamenformat\*\*

````

PupilMetrics\_<PatientenName>\_<JJJJ-MM-TT\_HH-mm>.pdf

````

Beispiel: `PupilMetrics\_Max\_Mustermann\_2026-03-23\_14-35.pdf`

---

#### ### 4.4 Klartextbericht (TXT)

Eine Klartextversion des vollständigen Berichts kann vom  
Ergebnisbildschirm aus erstellt werden. Sie enthält identischen  
klinischen Inhalt wie der PDF-Bericht, ist jedoch für einfaches Einfügen  
in EHR-Systeme, E-Mail oder einen Texteditor formatiert.

Der TXT-Bericht enthält:

- Alle Metriken für beide Augen (PI-Verhältnis, Ellipsität,  
Kreisförmigkeit, Dezentration, Zonenbefunde)
- Den vollständigen ANW-Parameterabschnitt (Durchmesser, Umfang,  
Verhältnis, Sektorauflösung)
- Altersangepassten Vergleich
- Anisokorie-Zusammenfassung
- Forschungsbeobachtungen
- Beobachternotizen (falls eingegeben)

Der TXT-Bericht enthält **keine** Fotos oder  
Therapieempfehlungsabschnitte.

---

#### ### 4.5 JSON-Datenexport

Der JSON-Export bietet maschinenlesbaren Zugriff auf das vollständige  
Analyseergebnis. Er ist für die Integration in externe klinische Software  
oder Forschungsworkflows gedacht.

\*\*Schlüssel der obersten Ebene\*\*

```json

{

```

    "date": "ISO 8601 UTC-Zeitstempel",
    "practice": "Klinikname (falls gesetzt)",
    "person": { "name", "sex", "age", "mainComplaints" },
    "ageNorm": { "ageGroup", "expectedRange", "measuredMm", "status" },
    "anisocoria": { ... },
    "captureMetrics": { "odIrisDiameterPx", "osIrisDiameterPx",
"sizeMatchPercent", "distanceMatchStatus" },
    "rightEye": { ... vollständiges EyeAnalysisResult + anwAssessmentFull
... },
    "leftEye": { ... vollständiges EyeAnalysisResult + anwAssessmentFull
... },
    "bilateralANW": { "odRatio", "osRatio", "ratioDifference", "odStatus",
"osStatus", "hasFunctionalFrustration" },
    "observerNotes": "Freitext (falls vorhanden)"
}
...

```

Jedes Augenobjekt enthält die vollständigen `EyeAnalysisResult`-Felder (Pupillen-/Irisradien, Konfidenz, alle Zonenbefunde, Dezentration, Ellipse, ANW) sowie einen `anwAssessmentFull`-Block mit sektorbezogenen Details.

---

### ### 4.6 Teilen und Ablegen

#### **\*\*Windows\*\***

Die PDF- und TXT-Dateien werden im Windows-Dokumentenordner gespeichert. Nach der Generierung zeigt die Bestätigungsbenachrichtigung den vollständigen Dateipfad an. Dateien können dann an E-Mails angehängt, auf ein freigegebenes Laufwerk kopiert oder über die standardmäßige Windows-Dateiverwaltung in eine Cloud-EMR hochgeladen werden.

#### **\*\*Android / iOS\*\***

Nach dem Tippen auf **\*\*Teilen\*\*** (das Teilen-Symbol neben der PDF-Schaltfläche) öffnet sich das System-Teilen-Menü. Sie können den PDF-Bericht direkt senden an:

- E-Mail (Gmail, Outlook usw.)
- Cloud-Speicher (Google Drive, iCloud Drive, Dropbox)
- Messaging-Apps (WhatsApp, Telegram usw.)
- Drucken (via AirPrint auf iOS oder einem Netzwerkdrucker auf Android)

#### **\*\*PDF aus dem Verlauf neu generieren\*\***

Öffnen Sie den Scanverlauf (`Ctrl + H` unter Windows), tippen Sie auf einen Datensatz, und der Ergebnisbildschirm öffnet sich erneut mit allen gespeicherten Analysedaten. Die PDF-Schaltfläche ist in der Verlaufsansicht voll funktionsfähig, sodass Sie den Bericht jederzeit neu generieren oder teilen können.

---

### ### 4.7 Nativer Windows-Druck

Unter Windows kann PupilMetrics den Analysebericht über das native Windows-Druckdialogfeld direkt an jeden installierten Drucker senden.

### **\*\*Drucken\*\***

Tippen Sie auf dem Analyseergebnisbildschirm auf die **\*\*Drucken\*\***-Schaltfläche (untere Schaltflächenreihe). Das native Windows-Druckdialogfeld öffnet sich sofort. Wählen Sie Ihren Drucker, passen Sie Papiergröße und Ausrichtung bei Bedarf an und klicken Sie dann auf **\*\*Drucken\*\***.

### **\*\*Was gedruckt wird\*\***

Der Ausdruck reproduziert die Analyseergebnisse auf dem Bildschirm in einem druckoptimierten Layout:

- Patientename, Datum und Klinikname in der Kopfzeile
- OD- und OS-Irisbilder nebeneinander
- Alle wichtigen Metriken (PI-Verhältnis, Ellipsität, Dezentration, ANW-Verhältnis, Anisokorie, Konfidenzgrad)
- Zonenbefunde (FLAT/PROT/ANW) mit Schweregrad-Prozentsätzen und Organassoziationen
- Forschungsbeobachtungen und Beobachternotizen (falls eingegeben)

Der Ausdruck enthält **\*\*keine\*\*** naturheilkundlichen Therapiepanels (verwenden Sie den PDF-Export, wenn Sie diese benötigen). Annotierte Iris-Overlays können über **\*\*PNG speichern\*\*** gedruckt und dann separat aus der gespeicherten Datei gedruckt werden.

### **\*\*Druckeranforderungen\*\***

Jeder in Windows installierte Drucker (USB, Netzwerk oder virtueller PDF-Drucker) wird unterstützt. Für beste Ergebnisse drucken Sie im A4- oder Letter-Format mit mindestens 300 DPI Auflösung.

> **\*\*Tipp:\*\*** Um einen PDF-qualitysbericht mit Therapiepanels zu drucken, generieren Sie zunächst den PDF (§4.3) und drucken Sie dann den PDF aus Ihrem PDF-Betrachter.

---

## **### 4.8 Excel-Scanverlauf-Export**

Unter Windows kann der vollständige Scanverlauf in eine formatierte Microsoft Excel-Arbeitsmappe (`.xlsx`) exportiert werden. Dies ist nützlich für Längsschnittforschung, Praxisdokumentation oder den Import von Daten in klinische Analysesoftware.

### **\*\*Exportieren\*\***

Vom Scanverlauf-Bildschirm (Ctrl + H), tippen Sie auf die **\*\*Excel\*\***-Schaltfläche in der Symbolleiste. Ein Fortschrittsindikator erscheint, während die Arbeitsmappe erstellt wird. Nach Abschluss zeigt eine Bestätigungsbenachrichtigung den gespeicherten Dateipfad mit einem **\*\*Öffnen\*\***-Link, der die Datei direkt in Excel startet.

**\*\*Speicherort\*\***

...

%USERPROFILE%\Documents\PupilMetrics\_History\_<YYYY-MM-DD>.xlsx

...

**\*\*Arbeitsmappenstruktur\*\***

Der Export verwendet Syncfusion XlsIO mit stilisierter Formatierung:

| Spalte                            | Inhalt                                          |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>**Datum**</b>                  | Scan-Datum/-Uhrzeit (lokal)                     |
| <b>**Patientenname**</b>          | Wie im Patienteninformationsformular eingegeben |
| <b>**Alter**</b>                  | Patientenalter zum Zeitpunkt des Scans          |
| <b>**Geschlecht**</b>             | M / F                                           |
| <b>**Hauptbeschwerden**</b>       | Praxis-Notizen                                  |
| <b>**OD PI**</b>                  | Rechtes Auge Pupillen-Iris-Verhältnis           |
| <b>**OD Elip**</b>                | Rechtes Auge Ellipsität                         |
| <b>**OD Dezentration**</b>        | Rechtes Auge Dezentration                       |
| <b>**OD ANW-Verhältnis**</b>      | Rechtes Auge ANW/Kragenring-Verhältnis          |
| <b>**OD Note**</b>                | Rechtes Auge Hybridkonfidenzgrad (A/B/C/D)      |
| <b>**OD Konfidenz**</b>           | Rechtes Auge Hybridkonfidenzwert                |
| <b>**OS PI**</b>                  | Linkes Auge Pupillen-Iris-Verhältnis            |
| <b>**OS Elip**</b>                | Linkes Auge Ellipsität                          |
| <b>**OS Dezentration**</b>        | Linkes Auge Dezentration                        |
| <b>**OS ANW-Verhältnis**</b>      | Linkes Auge ANW/Kragenring-Verhältnis           |
| <b>**OS Note**</b>                | Linkes Auge Hybridkonfidenzgrad                 |
| <b>**OS Konfidenz**</b>           | Linkes Auge Hybridkonfidenzwert                 |
| <b>**Anisokorie**</b>             | Absoluter OD-OS PI-Unterschied                  |
| <b>**Anisokorie-Schweregrad**</b> | Keine / Leicht / Moderat / Schwer               |

**\*\*Formatierung\*\***

- **\*\*Kopfzeile\*\***: Dunkel-Teal-Hintergrund, weißer fetter Text, Fixierbereich angewendet, sodass die Kopfzeile beim Scrollen sichtbar bleibt

- **\*\*Datenzeilen\*\***: Abwechselnder weißer und hellgrauer Farbton zur Lesbarkeit

- **\*\*Alle Spalten\*\***: Automatische Breite an den Inhalt angepasst

> **\*\*Hinweis\*\*** Der Excel-Export enthält alle Scan-Datensätze, die derzeit in der Datenbank vorhanden sind – er wird nicht nach Patient oder Datum gefiltert. Um eine Teilmenge zu analysieren, verwenden Sie Excels integrierte Filterfunktion in den Spalten Patientenname oder Datum.

---

---

## ## 5. Naturheilkundliche Therapiepanels

Die vier Therapiemodule sind **\*\*optionale Ergänzungen\*\*** zur Kern-Irisanalyse. Jedes Panel nimmt die Zonenbefunde aus der Analysepipeline

(Abflachungen, Vorwölbungen und ANW-Verschiebungen) und ordnet sie einem spezifischen naturheilkundlichen Rahmen zu. Sie sind Bildungs- und Referenzwerkzeuge, die für zugelassene Praktiker gedacht sind, die bereits in der entsprechenden Modalität ausgebildet sind.

> **Klinischer Haftungsausschluss.** Die Therapiepanels sind ausschließlich Bildungsreferenzen. Sie stellen keine medizinische Beratung dar und dürfen nicht als alleinige Grundlage für klinische Entscheidungen verwendet werden. Der Praktiker trägt die alleinige Verantwortung für die Anwendung einer Empfehlung.

---

### ### 5.1 Therapiemodule aktivieren

Jedes Modul wird unabhängig in den **Einstellungen** aktiviert. Deaktivierte Module erzeugen weder ein Panel noch einen PDF-Abschnitt.

| Modul                         | Einstellungsschlüssel | Standard |
|-------------------------------|-----------------------|----------|
| Kräuterempfehlungen           | Kräutermodus          | Aus      |
| Ernährungsempfehlungen        | Ernährungsmodus       | Aus      |
| Chiropraktische Korrelationen | Chiropraktik-Modus    | Aus      |
| TCM-Korrelationen             | TCM-Modus             | Aus      |

Aktivieren Sie ein beliebiges Modul und führen Sie dann einen Scan durch. Wenn die Analyse qualifizierende Iriszonenbefunde findet, erscheint das entsprechende Panel als Registerkarte (oder Abschnitt) auf dem Ergebnisbildschirm und wird an den PDF-Bericht angehängt.

---

### ### 5.2 Wie Zonenbefunde die Therapiepanels steuern

Alle vier Engines verwenden dieselbe Iriszoneneingangspipeline:

**Qualifizierende Befundtypen**

| Befundtyp                           | Kennzeichen | Gewichtung bei der Bewertung          |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------------------|
| Abflachung (Lakune / Krypten)       | <b>FLAT</b> | Schweregrad × 1,2 (höchste Priorität) |
| Vorwölbung (erhabener Sektor)       | <b>PROT</b> | Schweregrad × 1,0                     |
| ANW-Verschiebung (Ringverschiebung) | <b>ANW</b>  | Abweichung × 0,8                      |

Befunde werden nach ihrem gewichteten Wert geordnet. Jede Engine begrenzt die Anzahl der angezeigten Karten:

- Kräuter-Engine: bis zu **6 Zonenkarten**
- Ernährungs-Engine: bis zu **6 Zonenkarten**
- Chiropraktik-Engine: bis zu **5 Zonenkarten**
- TCM-Engine: bis zu **5 Zonenkarten**

Wenn eine Zone auf ein Organ abbildet, das die Datenbank nicht abdeckt, wird diese Zone stillschweigend übersprungen. Es wird keine Empfehlungskarte generiert.

#### **\*\*OD / OS-Beschriftung\*\***

Jede Karte trägt ein Augenkennzeichen (**\*\*OD\*\*** = rechts / **\*\*OS\*\*** = links), damit der Praktiker weiß, welches Auge den Befund erzeugt hat. Die Iriszonenkarte ist zwischen den Augen gespiegelt: Zum Beispiel ist die 9-Uhr-Zone die rechte Lunge (OD) und die linke Lunge (OS); die 3-Uhr-Zone ist das linke Herz/Perikard (OS) und der rechte Rücken/die rechte Pleura (OD).

---

### ### 5.3 Panel für Kräuterempfehlungen

#### **\*\*Datenquelle\*\***

Die Kräuterdatenbank (`assets/therapy/herbal\_database.json`) ist aus einer 5.722-seitigen CNRI-Wissensbasis abgeleitet. Sie ist strukturiert als:

...

Bedingungsname → Liste von Kräutern, jeweils mit einer Referenzanzahl  
...

Die Referenzanzahl gibt an, wie viele Quelldokumente dieses Kraut für diese Bedingung zitiert haben. Höhere Anzahlen weisen auf breitere Querverweise hin.

#### **\*\*Funktionsweise\*\***

1. Die Engine nimmt die mit der ausgelösten Iriszone verbundenen Organ-Schlüsselwörter.
2. Sie führt eine groß-/kleinschreibungsunabhängige Präfixsuche über alle Bedingungsnamen in der Datenbank durch.
3. Bis zu **\*\*4 übereinstimmende Bedingungen\*\*** pro Zone werden zurückgegeben, jeweils mit bis zu **\*\*6 Kräutern\*\***, geordnet nach Referenzanzahl.
4. Zonen werden so sortiert, dass die Zone mit dem höchsten Schweregrad zuerst erscheint.

#### **\*\*Was das Panel zeigt\*\***

Jede Empfehlungskarte zeigt:

- **\*\*Augenkennzeichen\*\*** (OD/OS) und **\*\*Befundkennzeichen\*\*** (FLAT/PROT/ANW)
- **\*\*Zonenname\*\*** und zugehöriges Organsystem
- **\*\*Schweregradprozentsatz\*\*** aus der Irisanalyse
- **\*\*Übereinstimmende Bedingungen\*\*** – bis zu 4 Bedingungsnamen, die für dieses Organ relevant sind
- **\*\*Kräuterliste\*\*** pro Bedingung – Krautname + Referenzanzahl als Chip angezeigt; Antippen eines Chips öffnet die Quellenreferenzliste
- **\*\*Evidenzhinweis\*\*** – Gesamtanzahl der Referenzen für das führende Kraut

#### **\*\*Haftungsausschluss-Streifen\*\***

Ein Haftungsausschluss wird unten auf jeder Kräuterkarte angezeigt und auch im PDF gedruckt. Er erinnert Praktiker daran, dass Kraut-Arzneimittel-Wechselwirkungen bestehen und eine professionelle Aufsicht erforderlich ist.

---

### ### 5.4 Panel für Ernährungsempfehlungen

#### **\*\*Datenquelle\*\***

Die Ernährungsdatenbank (`assets/therapy/nutrition\_database.json`) ist um Organsysteme strukturiert, wobei jeder Organeintrag enthält:

- **\*\*Schlüsselnährstoffe\*\*** – Vitamine, Mineralien und Kofaktoren, die bekanntermaßen dieses Organ unterstützen
- **\*\*Farbcodierte Lebensmittel\*\*** – Lebensmittel, gruppiert in 7 Diätfarben (Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau/Lila, Weiß, Braun)
- **\*\*Unterstützende Kräuter\*\*** – kulinarische und medizinische Kräuter, die auf dieses Organ querverwiesen werden
- **\*\*Organunterstützungshinweise\*\*** – kurze klinische Begründung für den Ernährungsansatz

#### **\*\*Das 7-Farb-Diät-Rahmenwerk\*\***

Das Farbsystem stammt aus der Phytonährstoff-Literatur: Jede Farbgruppe bietet ein anderes Spektrum an Antioxidantien, Flavonoiden und Kofaktoren. Das Panel stellt Farbgruppen als visuelle Chips dar, damit Praktiker Patienten einen intuitiven Einkaufsführer geben können.

| Farbgruppe | Repräsentative Phytonährstoffe           |
|------------|------------------------------------------|
| Rot        | Lycopin, Anthocyane                      |
| Orange     | Beta-Carotin, Hesperidin                 |
| Gelb       | Lutein, Zeaxanthin                       |
| Grün       | Chlorophyll, Sulforaphan, Folsäure       |
| Blau/Lila  | Resveratrol, Anthocyane                  |
| Weiß       | Quercetin, Allicin (Alliaceae)           |
| Braun      | Lignane, Beta-Glucane (Vollkorngetreide) |

**\*\*Wenn eine Iriszone auf mehrere Organe abbildet\*\*** (z. B. bildet die untere Basalzone auf Niere + Nebenniere + Bein ab), führt die Engine die Nährstoff-, Lebensmittel- und Kräuterlisten aller übereinstimmenden Organe zusammen und entfernt Duplikate. Die Liste `matchedOrgans` auf jeder Karte zeigt, welche Organe Daten beigetragen haben.

#### **\*\*Was das Panel zeigt\*\***

Jede Karte zeigt:

- **\*\*Zone und Organ\*\***, Befundtyp-Kennzeichen, Schweregrad
- **\*\*Schlüsselnährstoffe\*\*** – in Prioritätsreihenfolge aufgelistet
- **\*\*Farb-Lebensmittelraster\*\*** – bis zu 4 Lebensmittel pro Farbgruppe, als farbige Chips angezeigt
- **\*\*Unterstützende Kräuter\*\*** – kleine Kraut-Chips, getrennt vom Kräuterempfehlungsmodul
- **\*\*Organunterstützungshinweis\*\*** – ein Satz klinische Begründung für den Ernährungsfokus

---

### ### 5.5 Panel für chiropraktische Korrelationen

#### \*\*Datenquelle\*\*

Wirbelsegmentdaten sind direkt in die App integriert (keine externe Asset-Datei wird zur Laufzeit geladen). Die Zonen-zu-Segment-Zuordnung folgt der **\*\*pupillären-Rand-Iridologie-Konvention\*\***:

|                                                                |
|----------------------------------------------------------------|
| Iris-Uhrposition   Wirbelsäulenregion                          |
| ----- -----                                                    |
| 12 Uhr (oben-zentral)   Obere Halswirbelsäule HWS C1-C4        |
| 10-11 / 1-2 Uhr (oben)   Mittlere/Untere Halswirbelsäule C4-C7 |
| 9 / 3 Uhr (mitte)   Obere Brustwirbelsäule BWS T1-T6           |
| 7-8 / 4-5 Uhr (unten)   Untere Brustwirbelsäule T7-T12         |
| 6 Uhr (unten-basal)   Lendenwirbelsäule / Kreuzbein LWS L1-S3  |

Beide Augen bilden auf **\*\*dieselbe Wirbelsäule\*\*** ab – die Wirbelsäule ist median, daher zeigen OD- und OS-Befunde an derselben Uhrposition auf denselben Wirbelkörper.

#### \*\*Was das Panel zeigt\*\*

Jede Wirbelsegmentkarte zeigt:

|                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abschnitt   Inhalt                                                                                               |
| ----- -----                                                                                                      |
| <b>**Segmentbezeichnung**</b>   z. B. „Obere Halswirbelsäule C1-C4“                                              |
| <b>**Wirbelkörper**</b>   Einzelne Wirbelkörper mit gängigen Namen (z. B. C1 Atlas, C2 Axis)                     |
| <b>**Nervenwurzeln**</b>   Austretende Nervenwurzeln auf dieser Ebene                                            |
| <b>**Innervierte Strukturen**</b>   Organe und Gewebe, die von diesen Nerven versorgt werden                     |
| <b>**Subluxationsindikatoren**</b>   Klassische Symptome, die mit einer Fixation auf dieser Ebene verbunden sind |
| <b>**Betroffene Muskeln**</b>   Muskeln, die häufig bei Nervenkompromittierung auf dieser Ebene beteiligt sind   |
| <b>**Anpassungsansatz**</b>   Standard-Chiropraktik-Techniken, die auf die Region anwendbar sind                 |
| <b>**Übungen**</b>   Korrekturübungen, Dehnungen und Lebensstilempfehlungen                                      |
| <b>**Haltungshinweis**</b>   Ergonomische oder Haltungsführung spezifisch für diese Wirbelsäulenregion           |

#### \*\*Quellen\*\*

Winsor (1921) sympathische segmentale Störungen-Studie; Cleveland Chiropractic College Nerv-Organ-Diagramm; Palmer-Lehrbücher; Jensen- und Angerer-Iridologie-Referenzen.

---

### ### 5.6 Panel für TCM-Korrelationen

#### \*\*Datenquelle\*\*

TCM-Daten sind in die App integriert (keine externe Datei). Jede Iriszone × Augenseiten-Kombination bildet auf einen spezifischen TCM-Organ-systemeintrag ab. Die TCM-Karte ist augenseitenspezifisch: Zum Beispiel ist die mittlere Temporalzone die **rechte Lunge** in OD und das **linke Herz / Perikard** in OS – was dieselbe Unterscheidung ist, die bereits in der iridologischen Iriszonenkarte vorhanden ist.

#### **\*\*Fünf-Elemente-Rahmenwerk\*\***

Jedes TCM-Organ gehört zu einem der Fünf Elemente (Wu Xing):

| Element       | Farbe        | Jahreszeit | Klima        | Geschmack | Emotion              | Sinnesorgan |
|---------------|--------------|------------|--------------|-----------|----------------------|-------------|
| <b>Holz</b>   | Grün         | Frühling   | Wind         | Sauer     | Wut / Frustration    | Augen       |
| <b>Feuer</b>  | Rot          | Sommer     | Hitze        | Bitter    | Freude / Angst       | Zunge       |
| <b>Erde</b>   | Gelb         | Spätsommer | Feuchtigkeit | Süß       | Sorge / Grübeln      | Mund        |
| <b>Metall</b> | Weiß/Grau    | Herbst     | Trockenheit  | Scharf    | Trauer / Kummer      | Nase        |
| <b>Wasser</b> | Blau/Schwarz | Winter     | Kälte        | Salzig    | Angst / Willenskraft | Ohren       |

Die Elementfarbe wird als Kartenakzent im gesamten Panel verwendet.

#### **\*\*Was das Panel zeigt\*\***

Jede TCM-Karte zeigt:

| Abschnitt                                   | Inhalt                                                                                                                    |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Organpaar</b>                            | Primäres Organ + gepaartes Organ (z. B. Leber ↔ Gallenblase)                                                              |
| <b>Elementbalken</b>                        | Elementname, Jahreszeit, Klima, Emotion, Geschmack, Natur (Yin/Yang)                                                      |
| <b>Meridian-Uhr</b>                         | Spitzenenergie-2-Stunden-Fenster (z. B. Leber: 1-3 Uhr)                                                                   |
| <b>Meridianfunktionen</b>                   | Wichtige physiologische Rollen in der TCM-Theorie                                                                         |
| <b>Regiert</b>                              | Regulierte Körpergewebe (z. B. Leber regiert Sehnen, Nägel und die Augen)                                                 |
| <b>Muster</b>                               | Häufige TCM-Ungleichgewichtsmuster; jedes Muster listet Symptome, klassische Kräuterformeln und wichtige Akupunkturpunkte |
| <b>Akupunkturpunkte</b>                     | Führende Akupressur-/Akupunkturpunkte mit kurzen Beschreibungen                                                           |
| <b>Tonifizierende Lebensmittel</b>          | Lebensmittel, die dieses Organ in der TCM-Ernährungstherapie nähren                                                       |
| <b>Lebensmittel, die zu moderieren sind</b> | Lebensmittel, die dieses Organ bei übermäßigem Konsum belasten können                                                     |

#### **\*\*Ungleichgewichtsmuster\*\***

Jede Musterkarte zeigt:

- Musternamen (z. B. „Leber-Qi-Stagnation“, „Herz-Blut-Mangel“)
- Wesentliche Symptome in Stichpunkten

- Klassische Formelnamen (z. B. \*Xiao Yao San\*, \*Tian Wang Bu Xin Dan\*)
- Primäre Akupunkturpunkte (WHO-Standard-Punktcodes, z. B. LV3, HT7)

#### \*\*Quellen\*\*

Maciocia (2005), Deadman & Al-Khafaji (2007), WHO-Akupunktur-Standards (2008), Pitchford, Flaws und zusammengestellte Jilin/Shanghai-TCM-Texte.

---

### ### 5.7 Therapiepanels gemeinsam lesen

Die vier Panels sind als **komplementär, nicht redundant** konzipiert. Ein Praktiker könnte verwenden:

- **Kräuterpanel** → spezifische botanische Wirkstoffe mit der stärksten Querverweisevidenz für das betroffene Organsystem identifizieren
- **Ernährungspanel** → ein Ernährungsprotokoll mit dem 7-Farb-Lebensmittelführer für dasselbe Organ erstellen
- **Chiropraktikpanel** → die Wirbelsäulenebene identifizieren, die am wahrscheinlichsten eine neurofunktionale Beteiligung mit diesem Organ hat
- **TCM-Panel** → das klinische Bild im Fünf-Elemente-Rahmen einordnen, Meridianpunkte auswählen und klassische Formeln empfehlen

Alle vier schöpfen aus denselben Iriszonenbefunden, sodass dieselbe Abflachung, die eine Kräuterempfehlung erzeugt, auch in den Ernährungs-, Chiropraktik- und TCM-Panels erscheint – und so dem Praktiker ermöglicht, aus einer einzigen Irisanalysesitzung ein kohärentes multimodales Protokoll zu erstellen.

---

---

## ## 6. Konstitutionelle Iridologie

Die konstitutionelle Iridologie ist die Beurteilung der ererbten Irisstruktur einer Person zur Identifizierung langfristiger physiologischer Tendenzen, Organprädispositionen und konstitutioneller Gesundheitsmuster. PupilMetrics implementiert das Klassifikationssystem von Dr. Josef Deck, erweitert und annotiert durch Dr. Bryan K. Marcias CCVE-Manuskript.

> **Plattformhinweis:** Die Konstitutionstyp-Auswahl ist ausschließlich auf **Windows Desktop** verfügbar. Das Konstitutionspanel und der PDF-Abschnitt erscheinen auf allen Plattformen, wenn ein Typ vor der Analyse ausgewählt wurde.

---

### ### 6.1 Hintergrund und theoretische Grundlage

Die konstitutionelle Iridologie geht auf den deutschen Iridologen Dr. Josef Deck zurück, dessen Werk Mitte des 20. Jahrhunderts Irisstrukturmuster systematisch in wiederkehrende konstitutionelle

Kategorien gruppierte. Im Gegensatz zur topographischen Iridologie (die spezifische Iriszonen auf spezifische Organe abbildet) konzentriert sich die konstitutionelle Typisierung auf die **Gesamtfaserstruktur, das Pigmentierungsmuster und die strukturellen Qualitäten** der Iris als Ganzes – und bietet einen Rahmen zum Verständnis der Grundreaktivität, Stärken und langfristigen Anfälligkeiten eines Patienten.

Das System wurde vom russischen medizinischen Iridologen Professor Sergei Velhover und anderen in der europäischen und sowjetischen Iridologietradition weiterentwickelt. Dr. Bryan K. Marcias CCVE-Manuskript (die Wissensbasis für PupilMetrics' Implementierung) integriert Decks ursprünglichen Rahmen mit deutschen homöopathischen Forschungen und verknüpft jeden Konstitutionstyp mit spezifischen homöopathischen Mittelaaffinitäten, die in der klinischen Praxis dokumentiert sind.

**Schlüsselprinzip:** Der Konstitutionstyp beschreibt ein ererbtes Terrain – er gibt **Neigungen und Prädispositionen** an, keine aktuellen Krankheitszustände. Ein konstitutionelles Muster deutet darauf hin, welche Organsysteme während des Lebens des Patienten möglicherweise einer Überwachung oder Unterstützung bedürfen, nicht was heute akut falsch ist. Eine klinische Korrelation mit Symptomen, Anamnese und anderen Untersuchungsbefunden ist immer erforderlich.

---

### ### 6.2 Die 34 Konstitutionstypen

PupilMetrics enthält 34 Konstitutionstypen, organisiert in sechs Gruppen:

#### #### Gruppe 1 – Lymphatisch (8 Typen)

Die lymphatische Konstitution ist die häufigste bei helläugigen Bevölkerungsgruppen. Die Basisiris ist typischerweise hellblau-grau mit gut definierten, seidigen oder wellenförmigen Fasern. Subtypen werden durch das Vorhandensein und die Charakteristik von Tophi (weißliche Bindegewebsablagerungen), Pigmentierung und Faseranordnung definiert.

| Typ                                         | Merkmal                                           | Primäre Tendenzen                                                                                            |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reiner Lymphatiker</b>                   | Spärliches Pigment, deutliche radiale Fasern      | Lymphatische Stauung, Allergien, oberer Atemwegskatarrh, rheumatische Neigung                                |
| <b>Neurogen Sensitiv</b> (Neurolymphatisch) | Dünne, enge, „kammhaar“-artige Fasern             | ZNS-Empfindlichkeit, Migräne, autonome Dysfunktion, nervöse Überempfindlichkeit                              |
| <b>Neurogen Robust</b>                      | Dicke Radiale auf zwei Ebenen, Transversalen      | Gute Nervenvitalität, aber Anfälligkeit der serösen Membranen; Überanstrengung führt zu nervöser Erschöpfung |
| <b>Lymphatisch-Hypoplastisch</b>            | Verdickte Collarette, Krypten, trübe Pupillarzone | Beeinträchtigte Verdauung/Assimilation, Mageninsuffizienz, verringerte Widerstandsfähigkeit                  |

| **Hydrogenoid-Hydrogenic** | Runde, gut definierte weiß-bis-weißliche Tophi | Starke allergische/exsudative Neigung, Asthma, Ekzem, wetterbedingter Rheumatismus |  
 | **Hydrogenoid-Rheumatisch** | Tophi mit fadenartigen Verbindungen zur Lymphregion | Ausgeprägtere rheumatische Neigung als der hydrogene Basistyp; Dysbiose |  
 | **Klassisch Rheumatisch** | Transparente Tophi und Schleier; Hautsaumring | Exsudative Diathese, streptokokkale rheumatische Gruppe, Gelenkschmerzen, chronische Allergien |  
 | **Rheumatisch-Harnsäure** | Verstärkte Plaques und Schleier im Stroma | Harnsäurediathese; Harnsäuresteinneigung; Leber-/Nierenstoffwechselstörung der Harnsäure |

#### #### Gruppe 2 – Hämatogen (2 Typen)

Die hämatogene Konstitution ist durch eine gleichmäßig dunkelbraune Iris mit samtiger Textur und starker Pigmentierung definiert. Sie ist mit Blut- und Stoffwechselstörungen assoziiert.

| Typ                 | Merkmal                                              | Primäre Tendenzen                                                                             |
|---------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Hämatogen I</b>  | Dichte samtig-braune Iris, sandhölzerne Lichtflecken | Blutbild-Dyskrasie; Stoffwechselstörungen der Leber und des Pankreas                          |
| <b>Hämatogen II</b> | Braune Sklerapigmentierung; endokrine Zeichen        | Arteriosklerose, Gallensteine, Hämorrhoiden, Phlebitis, Schilddrüsen- und endokrine Störungen |

#### #### Gruppe 3 – Biliär / Gemischt (9 Typen)

Die biliäre/gemischte Iris zeigt verstreute braune Pigmentierung über einem helleren Stroma – was ein hellbraunes Erscheinungsbild mit blau-grünen Untertönen erzeugt. Leber, Gallenblase und Gallentrakt sind die primären Organassoziationen.

| Typ                                                | Merkmal                                                                   | Primäre Tendenzen                                                                            |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Klassisch Biliär</b> * (Gemischte Iris) *       | Hellbraune Iris; dichte nutritive Zonenpigmentierung                      | Leber-/Gallenblasenstauung; Verdauungsfehler; Verstopfung, Blähungen, Blutzuckerinstabilität |
| <b>Ferrum Chromotosis</b>                          | Goldbraune/rotbraune Pigmente um die Collarette                           | Hepatisches Parenchymschaden; Fettstoffwechselprobleme; Erschöpfung; Depression              |
| <b>Rheumatisch-Harnsäure-Dyskratisch Gr.1</b>      | Zentrale Heterochromie; Plaques/Tophi; Krampfringe in der Leberzone       | Rheumatische Erkrankung; Harnsäurestoffwechselstörung; Ungleichgewicht der Magensekretion    |
| <b>Rheumatisch-Harnsäure-Dyskratisch Gr.2</b>      | Starke Pigmentierung; Hautsaumring; verstreute Leberpigmente              | Erhöhte chronisch-entzündliche Neigung (Sinusitis, Appendizitis, Tonsillitis)                |
| <b>Rheumatisch-Dyskratisch-Hepatisch</b>           | Deutliche Tophi/Plaque-Pigmentierung; Leberzonenverdunkelung              | Chronischer Rheumatismus kombiniert mit Leberfunktionsstörung; Dysbiose                      |
| <b>Rheumatisch-Harnsäure-Dyskratisch-Hepatisch</b> | Vollständige Irispigmentierung; Harnsäurewolken; fortgeschrittene Plaques |                                                                                              |

Chronischer Rheumatismus, Harnsäurekomplikationen, Leber- und Gallenblasenbeteiligung |  
 | **\*\*Rheumatisch-Arthrotisch\*\*** | Gemischte Iris; braune/gelbe Tophipigmentierung; Randpigmente | Arthrotische chronisch-rheumatische Erkrankung; Leber-/Nierenstoffwechselunregelmäßigkeit |  
 | **\*\*Rheumatisch-Arthrotisch-Dyskratisch\*\*** | Stärkere Tophi/Plaque-Pigmentierung; Harnsäuregranulate | Degenerative Gelenkerkrankung; Dyspepsie; Magensekretionsstörungen |  
 | **\*\*Arthrotisch-Dyskratisch-Dysenzymatisch\*\*** | Hämatogener Übergang; rheumatische Plaques; Magenfeld-Umriss | Leber-, Pankreas-, Magen-Darm-Störungen; erhöhte Harnsäure, Blutfette, Blutzucker |

#### #### Gruppe 4 – Pathologische Konstitutionen (6 Typen)

Pathologische Konstitutionen repräsentieren ererbte Strukturschwächenmuster, die als Lakunen, Defektmarkierungen oder Hornhautzeichen erkennbar sind, unabhängig von der primären Irisfarbe.

| Typ                                                           | Merkmal                                                             | Primäre Tendenzen                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>**Drüsen-Pathologisch**</b>                                | Blütenblattförmige Lakunen um die Collarette; geblähte Collarette   | Endokrine/exokrine Drüsenchwäche; Diabetesveranlagung; Angst, Depression                          |
| <b>**Immuno-Pathologisch**</b>                                | Grau/schwarze Substanzdefektpunkte; fehlende oder gebrochene Krause | Schlechte Immunresistenz; häufige Infektionen; schlechte körperliche Ausdauer                     |
| <b>**Cardio-Pathologisch**</b>                                | Offene Defektmarkierung bei 3 Uhr (Herzzone) auf der Krause         | Angeborenes Risiko einer linken Herzinsuffizienz; Endokarditis-/Myokarditisanfälligkeit           |
| <b>**Vegetativ-Spastisch**</b> *(Larviert Tetanisch)*         | Krampfringe (kreisförmige Kontraktionsfurchen); radiale Falten      | Erhöhte neuromuskuläre Spannung; Krämpfe; Migräne; Angst; Hypokalzämie                            |
| <b>**Mesenchymal-Pathologisch**</b> *(Schwaches Bindegewebe)* | Große, zahlreiche Lakunen; Wabenmuster; unregelmäßige Collarette    | Ererbte Bindegewebsschwäche; Varizen; Prolaps; Wirbelsäulensubluxationen; Frakturen               |
| <b>**Lipämisch-Pathologisch**</b>                             | Arcus senilis / Cholesterinring (Hornhautzeichen, nicht Iris)       | Erhöhte Blutfette; vorzeitige Arteriosklerose; Schlaganfallrisiko; Leber-/Fettstoffwechselstörung |

#### #### Gruppe 5 – Syndrome (6 Typen)

Syndrome repräsentieren kombinierte konstitutionelle Ausdrucksformen mit spezifischen Organpaarungen, sichtbar als Lakunenmuster in definierten Irissektoren.

| Typ                         | Merkmal                                                                  | Primäre Tendenzen                                                            |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>**Cardio-Renal**</b>     | Lakunen in Herz- UND Nierenfeldern (linke Iris); Hautsaumring            | Linke Herz- + Niereninsuffizienz; Ödeme; Dyspnoe; beginnt im mittleren Alter |
| <b>**Cardio-Abdominal**</b> | Große Herzlakune; Dickdarmlakunen; geblähte Collarette in der Milzflexur | Dickdarlstauung mechanisch das Herz belastend; Blähungen; kardiale Dyspnoe   |

| **Pankreatisch** | Lakunen im Pankreas-Sektor und in der Bronchialzone  
 | Multidrüsig Insuffizienz; erbliche Bronchial- und Pankreasschwäche;  
 Kindheitsinfektionen |  
 | **Hepato-Gastrisch** | Leberpigment über Leberzone;  
 radiale/transversale Linie von Pylorus zu Leberzone | Leber-  
 /Gallenblasenstörung; mögliches erosives Geschwür; Gelbsuchtneigung |  
 | **Hepato-Lienal** | Schmutziges gelbes Ziliar-Pigment; dunkles Milzfeld  
 (Milztriade) | Milzvergrößerung; venöse Stauung; Virusinfektionen;  
 exkretorische Pankreasunterfunktion |  
 | **Hepato-Renal** | Grün-braun-gelbe „Leberitis“; Transversalen in  
 Leber-Nieren-Zonen | Gesamtes Spektrum von Leber- und Nierenerkrankungen;  
 schlechte Nahrungstoleranz; Hypotension |

#### #### Gruppe 6 – Prä-Kanzeröse Konstitutionen (3 Typen)

Prä-kanzeröse Konstitutionen beschreiben ererbte miastmatische Terrains,  
 die mit chronischer Toxikose, metabolischer Retention und erhöhtem  
 Neoplasmerisiko assoziiert sind. Diese erfordern die größte Vorsicht bei  
 der klinischen Interpretation und dürfen einem Patienten niemals ohne  
 vollständigen klinischen Kontext mitgeteilt werden.

| Typ                           | Merkmal                                                                                             | Primäre Tendenzen                                                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Psorisch</b>               | Lockere Ziliarzone mit Krypten; offene/geschlossene Lakunen nahe der Collarette; ungleiche Pupillen | Immunsystempathologie; allergische Erkrankungen; Hauteruptionen; verringerte Arzneimitteltoleranz         |
| <b>Sykotisch</b>              | Dunkle Pupillarzone; hellere Ziliarzone aus Kontraktionsfurchen; Hautsaumring                       | Virale/bakterielle Immunempfindlichkeit; endokrine Störungen; Kondylome; Arthritis                        |
| <b>Kohlenstoff-Stickstoff</b> | Dunkle Pupillarkrypten; gelblich-braune Humoralzone; Hautsaumring; Milztriade                       | Kohlenstoff-/Stickstoffabfallakkumulation; Neoplasmerisiko aus zurückgehaltener Toxikose; Arteriosklerose |

---

#### ### 6.3 Auswahl eines Konstitutionstyps

Die Konstitutionstyp-Auswahl erfolgt auf dem Bildschirm **„Beide Augen aufgenommen“**, der erscheint, nachdem beide Augenfotos (links und rechts) aufgenommen wurden. Zu diesem Zeitpunkt hat der Praktiker beide Augenbilder nebeneinander sichtbar – der angemessene Moment für die konstitutionelle Beurteilung, da Decks System die Auswertung beider Iriden gemeinsam erfordert.

**Typ auswählen (nur Windows Desktop):**

1. Schließen Sie die rechte Augenaufnahme ab (Schritt 1 von 2).
2. Schließen Sie die linke Augenaufnahme ab. Der Bildschirmtitel wechselt zu **„Beide Augen aufgenommen“**, wenn beide Bilder vorhanden sind.
3. Scrollen Sie unter das Augenbild-Paar. Ein bernsteinfarbig gerahmtes Panel mit der Bezeichnung **„Konstitutionstyp (Optional)“** ist sichtbar.

4. Klicken Sie auf das Dropdown-Menü, um es zu öffnen. Typen sind nach Gruppe mit nicht auswählbaren Gruppentrennern organisiert.
5. Wählen Sie den entsprechenden Typ. Der Typname wird unterhalb des Dropdowns bestätigt.
6. Lassen Sie das Dropdown auf **„Keine (nicht bewertet)“**, um den Konstitutionsabschnitt vollständig aus der Analyse und dem PDF auszulassen.
7. Tippen Sie auf **„Beide Augen analysieren“**, um fortzufahren.

> **Sitzungspersistenz:** Der ausgewählte Typ wird für die aktuelle Sitzung im Speicher gehalten. Wenn Sie zum Bildschirm „Beide Augen aufgenommen“ zurücknavigieren, wird der zuvor ausgewählte Typ wiederhergestellt. Die Auswahl wird gelöscht, wenn eine neue Scansitzung vom Startbildschirm aus beginnt.

**Beurteilungsansatz:** Die konstitutionelle Typisierung erfordert Erfahrung und idealerweise die Auswertung der Iris unter Vergrößerung (Spaltlampe oder Iriskop). Der Praktiker sollte berücksichtigen:

- **Iris-Grundfarbe** – Blau-Grau → Lymphatische Gruppe; Dunkelbraun → Hämatogen; Hellbraun/Gemischt → Biliär/Gemischt
- **Faserdichte und -textur** – eng/seidenartig vs. locker/wellenförmig vs. grob gewebt mit Lakunen
- **Tophi und Plaques** – Vorhandensein, Definition und Farbe der Bindegewebsablagerungen
- **Pigmentierungsmuster** – Zentrale Heterochromie, Hautsaumring, Leberzonen-Pigmente, verstreute Flecken
- **Spezielle Strukturen** – Krampfringe, Herzzonendefektmarkierungen, Arcus senilis/Lipämischer Ring

Wenn die konstitutionelle Gruppe klar ist, aber der genaue Subtyp unsicher ist, ist die Auswahl des Basistyps (z. B. **Reiner Lymphatiker**, **Klassisch Biliär**, **Hämatogen I**) dem Raten eines komplexen Subtyps vorzuziehen.

---

### ### 6.4 Konstitutionspanel in den Analyseergebnissen

Wenn ein Konstitutionstyp ausgewählt wurde, erscheint ein bernsteinfarbig umrandetes Panel **Konstitutionelle Iridologie** im Analyseergebnisbildschirm, positioniert **nach der bilateralen Vergleichskarte und vor den Naturheilkundlichen Therapiepanels**.

Das Panel enthält drei aufklappbare Abschnitte:

| Abschnitt                       | Inhalt                                                                                                                        | Standard    |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Irisbeschreibung</b>         | Vollständige Beschreibung der Irisstruktur- und Pigmentierungsmerkmale, die diesen Konstitutionstyp definieren                | Aufgeklappt |
| <b>Gesundheitsveranlagungen</b> | Stichpunktliste der Organsysteme, Krankheitstendenzen und physiologischen Muster, die mit dieser Konstitution assoziiert sind | Aufgeklappt |

| **Homöopathische Mittel** | Chip-Tags mit den deutschen homöopathischen Mitteln mit konstitutioneller Affinität für diesen Typ aus Dr. Marcias CCVE-Forschung | Eingeklappt |

Tippen Sie auf einen Abschnittsheader, um ihn unabhängig zu öffnen oder zu schließen.

> **Beziehung zu Zonenbefunden:** Das Konstitutionspanel ist unabhängig von der automatisierten Iriszonenanalyse. Zonenbefunde (Abflachungen, Vorwölbungen, ANW-Verschiebungen) spiegeln aktuelle oder erworbene Veränderungen wider; der Konstitutionstyp spiegelt das ererbte Strukturterrain wider. Beide Perspektiven ergänzen sich und sollen gemeinsam gelesen werden.

---

### ### 6.5 Konstitutionsabschnitt im PDF-Bericht

Wenn ein Konstitutionstyp ausgewählt ist, enthält der exportierte PDF-Bericht einen dedizierten Abschnitt **Konstitutionelle Iridologie**, der zwischen der bilateralen ANW-(Collarette-)Beurteilung und den Naturheilkundlichen Therapieabschnitten eingefügt wird.

Der PDF-Abschnitt verwendet ein helles, druckoptimiertes Layout:

| Teil | Erscheinungsbild |  
|-----|-----|  
| Header-Leiste | Warmer cremefarbener Hintergrund – Konstitutionsname in Fett, Gruppen-Kennzeichen in festem Bernstein |  
| Irisbeschreibung | Hellblauer Hintergrund, schwarzer Fließtext |  
| Gesundheitsveranlagungen | Hellpfirsichfarbener Hintergrund, Strich-Stichpunktliste in Schwarz |  
| Homöopathische Mittel | Hellgrüner Hintergrund, Mittel-Chips mit dunkelgrünem Text und Rahmen |  
| Fußzeile | Grau kursiv – **„Basierend auf Dr. Josef Decks Konstitutioneller Iridologie – nur für Bildungszwecke.“** |

Wenn kein Konstitutionstyp ausgewählt wurde, wird dieser Abschnitt vollständig aus dem PDF ausgelassen.

---

### ### 6.6 Klinische Hinweise und Einschränkungen

**Schulung erforderlich.** Genaue konstitutionelle Typisierung erfordert eine formale Ausbildung in Iridologie. Praktiker, die mit der konstitutionellen Iridologie nicht vertraut sind, sollten vor der klinischen Anwendung dieser Funktion eine dedizierte Schulung absolvieren.

**Keine Diagnose.** Konstitutionelle Muster beschreiben ererbte Tendenzen, keine Diagnosen. Ein Patient mit einer Cardio-Pathologischen Konstitution hat eine ererbte strukturelle Prädisposition – er hat nicht notwendigerweise eine Herzerkrankung. Konstitutionelle Befunde müssen

immer zusammen mit der vollständigen Anamnese, den Symptomen und der konventionellen medizinischen Bewertung des Patienten interpretiert werden.

**Homöopathische Mittel.** Die für jeden Typ aufgeführten Mittelaffinitäten spiegeln traditionelle deutsch-homöopathisch-iridologische Korrelationen aus der CCVE-Forschungsbasis wider. Sie werden **ausschließlich für Bildungszwecke** bereitgestellt. Die homöopathische Verschreibung ist individuell und erfordert eine formale homöopathische Ausbildung; der Konstitutionstyp allein stellt keine Verschreibung dar.

**Prä-karzinomale Konstitutionen.** Die Psorischen, Sykotischen und Kohlenstoff-Stickstoff-Typen tragen in der traditionellen konstitutionellen Iridologie das Etikett „prä-karzinomal“. Dies beschreibt ein ererbtes metabolisches Terrain, keine Vorhersage oder Diagnose von Krebs. Diese Befunde dürfen **niemals** als Krebsrisiko kommuniziert werden, ohne eine vollständige Bewertung durch einen qualifizierten Onkologen. Praktiker in Rechtssystemen, in denen eine solche Mitteilung eine nicht lizenzierte diagnostische Aussage darstellen könnte, müssen besondere Vorsicht walten lassen.

**Nur Windows-Auswahl.** Das Konstitutions-Dropdown ist nur auf Windows Desktop verfügbar. Das Konstitutionspanel und der PDF-Abschnitt erscheinen auf allen Plattformen, wenn ein Typ während einer Windows-Sitzung ausgewählt wurde – der Typ kann jedoch auf Mobilgeräten nicht geändert werden.

---

## ## 7. PDF-Berichte exportieren

### ### 7.1 Was die PDF-Ausgabe beeinflusst

Der PDF-Bericht wird in dem Moment zusammengestellt, in dem Sie auf die Exportschaltfläche tippen. Mehrere Einstellungen beeinflussen seinen endgültigen Inhalt:

| Einstellung                                          | Auswirkung auf PDF                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bilder in PDF einschließen</b> (standardmäßig an) | OD- und OS-Fotos werden nebeneinander auf Seite 1 eingebettet. Das Ausschalten erzeugt ein kleineres, reines Textdokument                                          |
| <b>Praxis-/Klinikname</b>                            | Erscheint in einem blaugrünen Banner unterhalb des Berichtstitels auf jedem Seitenkopf                                                                             |
| <b>Sprache</b>                                       | Der gesamte Bericht – Abschnittsüberschriften, Metrikbezeichnungen, Statusbeschriftungen, Befundbeschreibungen – wird in der aktuell aktiven App-Sprache generiert |
| <b>Kräuter-/Ernährungs-/Chiropraktik-/TCM-Modus</b>  | Jedes aktivierte Modul fügt am Ende des Berichts einen Abschnitt hinzu, jedoch nur wenn mindestens ein qualifizierender Befund vorhanden ist                       |
| <b>PDF automatisch speichern</b> (standardmäßig aus) | Wenn aktiviert, wird der PDF am Ende jeder Analyse automatisch gespeichert, ohne manuelles Antippen                                                                |

### ### 7.2 Berichtssprache

Der PDF wird in der aktiven Benutzeroberflächen-Sprache zum Zeitpunkt des Exports generiert. Alle lokalisierbaren Zeichenketten – einschließlich Metriknamen, Zonenbefundbeschreibungen, ANW-Statusbezeichnungen, Altersgruppenbezeichnungen und Therapieabschnittsüberschriften – werden aus denselben Lokalisierungstabellen gezogen, die von der Bildschirmoberfläche verwendet werden.

Unterstützte Sprachen: Englisch, Spanisch, Portugiesisch (Brasilien), Französisch, Deutsch, Japanisch, Koreanisch, Italienisch.

Um einen Bericht in einer bestimmten Sprache zu exportieren, wechseln Sie die App-Sprache in den Einstellungen, bevor Sie auf die PDF-Schaltfläche tippen. Sie können unmittelbar danach wieder zurückwechseln.

### ### 7.3 Dateiname und Speicherort

**\*\*Dateinamenformat\*\***

``

PupilMetrics\_<PatientenName>\_<JJJJ-MM-TT\_HH-mm>.pdf

``

Leerzeichen im Patientennamen bleiben erhalten. Der Zeitstempel ist in Ortszeit.

**\*\*Speicherort\*\***

|                    |                                                                       |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Plattform          | Standardspeicherpfad                                                  |
| -----              | -----                                                                 |
| <b>**Windows**</b> | `%USERPROFILE%\Documents\PupilMetrics_<name>_<datum>.pdf`             |
| <b>**Android**</b> | App-Dokumentenverzeichnis (zugänglich über die Dateien-App)           |
| <b>**iOS**</b>     | App-Dokumentenverzeichnis; über Teilen an Dateien, iCloud usw. senden |

**\*\*Automatisches Speichern\*\***

Wenn „PDF automatisch speichern“ aktiviert ist, wird die Datei sofort nach Abschluss der Analyse still geschrieben. Es erscheint kein Dialog. Eine Benachrichtigung bestätigt den Pfad. Auf Mobilgeräten wird die Datei lokal gespeichert; Sie können sie dann manuell teilen.

### ### 7.4 Bildkomprimierung

Wenn Bilder eingeschlossen werden, wird jedes Augenfoto vor dem Einbetten komprimiert, um die PDF-Dateigröße handhabbar zu halten:

- Maximale Breite: **\*\*2.000 Pixel\*\***
- JPEG-Qualität: **\*\*85%\*\***

Sehr große Iriskop-Bilder (z. B. Dino-Lite bei voller 5-MP-Auflösung) werden automatisch herunterskaliert. Dies hält typische PDF-Größen im

Bereich von 1-4 MB ohne sichtbaren Verlust an klinischen Details in der gedruckten Ausgabe.

### ### 7.5 PDF neu generieren

Jeder im Scanverlauf gespeicherte vergangene Scan kann jederzeit seinen PDF neu generieren lassen:

1. Öffnen Sie den Scanverlauf (`Ctrl + H` unter Windows oder die Scanverlauf-Schaltfläche).
2. Tippen Sie auf den Scan-Datensatz.
3. Der vollständige Ergebnisbildschirm öffnet sich erneut mit allen gespeicherten Daten.
4. Tippen Sie auf die PDF-Schaltfläche, um einen neuen Bericht zu generieren.

Der neu generierte PDF verwendet die **aktuelle** App-Sprache und den **aktuellen** Klinikname-Einstellung, die sich seit dem ursprünglichen Scan geändert haben können, wenn die Einstellungen inzwischen geändert wurden.

---

## ## 8. Einstellungen und Anpassung

Einstellungen werden über SharedPreferences gespeichert und bleiben über App-Neustarts hinweg bestehen. Unter Windows überstehen sie App-Updates. Es gibt keinen dedizierten Einstellungsbildschirm – alle Einstellungen sind über das **Titelleistenmenü** (Windows) oder das **Hauptmenü** auf Mobilgeräten zugänglich.

### ### 8.1 Vollständige Einstellungsreferenz

#### #### Kamera und Aufnahme

| Einstellung              | Standard  | Optionen / Bereich                          | Auswirkung                                                            |
|--------------------------|-----------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Bevorzugte Kamera</b> | Dino-Lite | `dino_lite`, `usb_camera`,<br>`auto_detect` | Wählt die Kameraquelle auf der Kameramodus-Auswahlseite vor           |
| <b>Standard-Zoom</b>     | 1,0×      | 1,0× - 4,0×                                 | Anfangs-Zoomstufe, die beim Öffnen der Standardkamera angewendet wird |

Der Zoom-Schieberegler ordnet einen gespeicherten Wert von 0,0-1,0 einem Anzeigebereich von 1,0×-4,0× zu (Formel: `Anzeige = 1,0 + gespeichert × 3,0`). Zoom auf 0 gespeichert = 1,0× Anzeige (kein Zoom).

#### #### Bericht und PDF

| Einstellung                      | Standard | Auswirkung                                      |
|----------------------------------|----------|-------------------------------------------------|
| <b>PDF automatisch speichern</b> | Aus      | PDF am Ende jeder Analyse automatisch speichern |

| **\*\*Bilder in PDF einschließen\*\*** | An | OD/OS-Fotos in den PDF einbetten;  
ausschalten, um die Dateigröße zu reduzieren |

#### #### Analyseanzeige

| Einstellung | Standard | Auswirkung |  
|-----|-----|-----|  
| **\*\*ML-Vergleich anzeigen\*\*** | An | Zeigt die Rohausgabewerte des ML-  
Modells neben dem klassischen CV-Ergebnis auf dem Ergebnisbildschirm für  
die Referenz des Praktikers an |  
| **\*\*Zonenoverlay anzeigen\*\*** | An | Aktiviert das interaktive Polar-  
Zonenoverlay auf dem Irisfoto auf dem Ergebnisbildschirm; Zonen antippen,  
um Befunddetails zu sehen und Beobachternotizen hinzuzufügen |

#### #### Praxisinformationen

| Einstellung | Standard | Auswirkung |  
|-----|-----|-----|  
| **\*\*Praxis-/Klinikname\*\*** | \*(leer)\* | Hier eingegebener Text (oder im  
Patienteninformationsformular) erscheint als blaugrünes Banner in jedem  
Berichtskopf |

#### #### Naturheilkundliche Module

| Einstellung | Standard | Auswirkung |  
|-----|-----|-----|  
| **\*\*Kräutermodus\*\*** | Aus | Kräuterempfehlungs-Panel und PDF-Abschnitt  
aktivieren |  
| **\*\*Ernährungsmodus\*\*** | Aus | 7-Farb-Diät-Ernährungs-Panel und PDF-  
Abschnitt aktivieren |  
| **\*\*Chiropraktik-Modus\*\*** | Aus | Chiropraktisches  
Wirbelsäulenkorrelations-Panel und PDF-Abschnitt aktivieren |  
| **\*\*TCM-Modus\*\*** | Aus | Traditionelle Chinesische Medizin Meridian-Panel  
und PDF-Abschnitt aktivieren |

Alle vier Therapieschalter sind unabhängig. Aktivieren Sie nur die für  
Ihre Praxis relevanten Modalitäten.

#### ### 8.2 Sprache

Die App wird mit 15 Sprachen ausgeliefert. Ändern Sie die Sprache über  
die Sprachauswahl (Globus-Symbol in der Titelleiste unter Windows oder  
die Sprachoption im Hauptmenü auf Mobilgeräten).

| Code | Sprache |  
|-----|-----|  
| `en` | English |  
| `es` | Spanish |  
| `pt` | Portuguese (Portugal) |  
| `pt\_BR` | Portuguese (Brazil) |  
| `fr` | French |  
| `de` | German |  
| `it` | Italian |  
| `ja` | Japanese |

```
`ko`	Korean
`zh`	Chinese (Simplified)
`ar`	Arabic
`hi`	Hindi
`pl`	Polish
`ru`	Russian
`tr`	Turkish
```

Die Sprachpräferenz wird zwischen Sitzungen gespeichert. Der PDF-Bericht folgt der aktiven Sprache zum Exportzeitpunkt (siehe Abschnitt 7.2).

> **Hinweis zu Rechts-nach-links-Sprachen:** Arabisch (`ar`) verwendet eine Rechts-nach-links-Textrichtung. Alle UI-Panels und PDF-Abschnitte werden für die RTL-Lektüre im arabischen Sprachraum korrekt gespiegelt.

### ### 8.3 Zonenoverlay und Beobachternotizen

Wenn **Zonenoverlay anzeigen** aktiviert ist, zeigt das Irisfoto auf dem Ergebnisbildschirm ein interaktives Polar-Overlay. Jeder Stundenzeiger-Sektor ist antippbar:

- Tippen Sie auf eine Zone, um ihr Detailpanel mit allen FLAT/PROT/ANW-Befunden in dieser Zone, dem zugehörigen Organsystem und einem Textfeld für **Beobachternotizen** zu öffnen.
- Jede angetippte Zone wird **automatisch an das Beobachternotizen-Feld** im Format `Zonenname – Organsystem` angehängt. Zweimaliges Antippen derselben Zone erzeugt keinen doppelten Eintrag.
- Zusätzliche Freitextkommentare können direkt im Beobachternotizen-Feld neben den automatisch generierten Einträgen eingegeben werden.
- Beobachternotizen werden als benannter Abschnitt sowohl im TXT- als auch im PDF-Bericht unter „Beobachternotizen / Zonenoverlay“ aufgenommen.
- Notizen sind sitzungslokal – sie werden nicht zwischen Sitzungen in der Datenbank gespeichert.

### #### Iriszeichen-Finder (Befund hinzufügen)

Unterhalb des Beobachternotizen-Felds ermöglicht ein Panel **Befund hinzufügen** dem Praktiker, strukturierte Iriszeichen-Beobachtungen für die aktuell ausgewählte Zone zu erfassen. Dies basiert auf dem Bexel IRINA-klinischen Klassifikationssystem.

**Arbeitsablauf:**

1. Tippen Sie auf eine Zone auf dem Polar-Overlay – Zonenname und Organsystem werden angezeigt und gesperrt.
2. Tippen Sie auf den bernsteinfarbenen Header **Befund hinzufügen**, um das Panel zu erweitern.
3. Wählen Sie einen **Anomalietyp** aus dem Dropdown. Organspezifische Typen erscheinen automatisch oben in der Liste:

```
Anomalietyp	Hinweise
Stromaveränderung	Strukturelle Faserveränderungen; Subtyp
auswählen |
```

| **Organisches Pigmentfleck** | Pigmentierungsablagerungen; automatische klinische Schlussfolgerung |  
| **Verschlackung** | Mikrozirkulations-/Bindegewebsveränderungen; Auto-Schlussfolgerung |  
| **Toxische Radien** | Radiale Sulci-Muster; Subtyp auswählen |  
| **Heterochromie** | Pigmentierungsvariationen; Subtyp auswählen |  
| **Hautsaumring** \*(nur Lungenzonen)\* | Lokaler Intoxikationsindikator; Auto-Schlussfolgerung |  
| **Adaptive Ringe / Bögen** \*(nur Lungenzonen)\* | Bronchovasopastische Veranlagung; Auto-Schlussfolgerung |  
| **Autonome Krausen-anomalie** \*(nur Herzzone)\* | ANW-Unregelmäßigkeit in kardiovaskulären Zonen |

4. Wenn der ausgewählte Typ **Subtypen** hat, tippen Sie auf den entsprechenden Chip (z. B. **Lakunen**, **Hyperämische Sulci**, **Sektorale Hyperpigmentierung**).

5. Typen mit bekannter klinischer Bedeutung zeigen einen automatischen **Schlussfolgerungs**-Text aus der Iridologie-Referenzdatenbank.

6. Tippen Sie auf **Zu Notizen hinzufügen** – ein strukturierter Eintrag wird an das Beobachternotizen-Feld im Format angehängt:

...

[Zonenname] Anomalietyp > Subtyp

→ Text der klinischen Schlussfolgerung (falls zutreffend)

...

7. Die Auswahl setzt sich automatisch zurück, bereit für den nächsten Zonenbefund.

> **Hinweis:** Klinische Terminologie (Stromaveränderung, Lakunen, Hyperämische Sulci usw.) wird absichtlich in der ursprünglichen lateinischen/griechischen Form als Standard-Iridologie-Referenzsprache beibehalten, unabhängig von der Anzeigesprache der App. Die Panel-UI-Beschriftungen (Befund hinzufügen, Anomalietyp, Subtyp, Schlussfolgerung, Zu Notizen hinzufügen) sind vollständig in alle 15 unterstützten Sprachen lokalisiert. Zusätzliche organspezifische Zeichentypen werden in zukünftigen Updates zur Datenbank hinzugefügt.

### ### 8.4 ML-Vergleichspanel

Wenn **ML-Vergleich anzeigen** aktiviert ist, zeigt der Ergebnisbildschirm eine sekundäre Karte unterhalb der Hauptanalysekarte für jedes Auge. Diese Karte zeigt die Rohausgabe des ONNX-Modells:

| ML-Ausgabe | Beschreibung |  
|-----|-----|  
| PI-Verhältnis (ML) | Die unabhängige Pupillen-Iris-Verhältnis-Schätzung des Modells |  
| Ellipsität (ML) | Ellipsitätsausgabe des Modells (Hinweis: Kalibrierungsdaten zeigen nahezu konstante Ausgabe im aktuellen Modell) |  
| Dezentration (ML) | Dezentration-Ausgabe des Modells (gleicher Kalibrierungsvorbehalt) |  
| ML-Plausibilität | Die ML-Komponente des Hybrid-Konfidenzwerts |

Dieses Panel ist primär für Praktiker gedacht, die die Rohmodellausgabe neben dem klassischen CV-Ergebnis inspizieren möchten. Im routinemäßigen klinischen Einsatz kann es ohne negative Auswirkungen aktiviert bleiben.

### ### 8.5 Info und Support

Öffnen Sie den Info-Dialog über die Titelleiste (Windows: Hilfemenü → Info), um folgendes anzuzeigen:

- App-Version
- CNRI-Protokollreferenz
- Urheberrechtshinweis (© 2024-2026 PupilMetrics Research)
- Links zur CNRI-Website und Datenschutzrichtlinie
- Support-E-Mail: `helpdesk@cnri.edu`

---

### ### 8.6 Einstellungen für das erweiterte Forschungs-Toolkit

Alle neuen Werkzeuge, die in Version 6.1+ eingeführt wurden, sind standardmäßig deaktiviert, sofern nicht anders angegeben. Jedes kann unabhängig umgeschaltet werden.

| Einstellung                                | Standard                   | Optionen                        | Effekt                                                                   |  |
|--------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|
| ----- ----- ----- -----                    |                            |                                 |                                                                          |  |
| <b>Gabor-Chip aktiviert</b>                | Ein                        | Ein / Aus                       | Fügt den Gabor-Chip auf dem Analyseergebnisbildschirm hinzu/entfernt ihn |  |
| <b>Gabor-Skalen</b>                        | 4                          | 1 - 6                           | Anzahl der Raumfrequenzen in der Gabor-Bank                              |  |
| <b>Gabor-Orientierungen</b>                | 8                          | 4, 6, 8, 12                     | Anzahl der Orientierungen in der Gabor-Bank                              |  |
| <b>LBP-Chip aktiviert</b>                  | Ein                        | Ein / Aus                       | Fügt den LBP-Chip hinzu/entfernt ihn                                     |  |
| <b>LBP-Radius</b>                          | 1                          | 1, 2, 3 px                      | Nachbarschaftsradius für den LBP-Operator                                |  |
| <b>3D-Betrachter – Standard-Palette</b>    | Foto-Textur                | Siehe §3.10.2E                  | Start-Palette für den 3D-Reliefbetrachter                                |  |
| <b>3D-Betrachter – Standard-Netzdichte</b> | Mittel (128 <sup>2</sup> ) | Niedrig · Mittel · Hoch · Ultra | Start-Netzauflösung                                                      |  |
| <b>Inpainted-Bild in Overlays</b>          | Aus                        | Ein / Aus                       | Spiegelreflexion-inpainted Bild für alle Textur-Overlays verwenden       |  |
| <b>Krypten-Detektor aktiviert</b>          | Aus                        | Ein / Aus                       | Krypten automatisch erkennen und in Ergebnissen und PDF melden           |  |
| <b>Krypten-Detektor Mindestgröße</b>       | 0,3 mm                     | 0,2 - 0,8 mm                    | Größenschwelle für gemeldete Krypten                                     |  |
| <b>Kontraktionsfurchen-Detektor</b>        | Aus                        | Ein / Aus                       | Nervenfurchen automatisch erkennen                                       |  |
| <b>Iris-Signatur-Aufnahme</b>              | Aus                        | Ein / Aus                       | Iris-Signatur zur Sitzungsverifikation aufzeichnen                       |  |
| <b>Mehrfachbild-Fusion Standard</b>        | Aus                        | Ein / Aus                       | Standard-Aufnahmemodus aktiviert Mehrfachbild                            |  |
| <b>PLR – Erweiterte Analyse</b>            | Ein                        | Ein / Aus                       | T75, Hippus und Spektralanalyse bei PLR-Aufnahmen berechnen              |  |

---

## ## 9. Klinische und rechtliche Hinweise

### ### 9.1 Bestimmungsgemäßer Einsatz

PupilMetrics ist ein **Forschungs- und Bildungswerkzeug** für zugelassene Gesundheitspraktiker, die in Iridologie, Naturmedizin oder verwandten Bereichen ausgebildet sind. Es ist darauf ausgelegt, die Beobachtung und Dokumentation von Iris- und Pupillenmerkmalen als Teil einer umfassenden klinischen Beurteilung zu unterstützen.

PupilMetrics ist **kein** Medizinprodukt. Es ist von keiner Regulierungsbehörde (FDA, CE, TGA oder gleichwertig) für die diagnostische Verwendung in einem medizinischen Kontext zugelassen, genehmigt oder zertifiziert.

### ### 9.2 Keine medizinische Diagnose

Alle von PupilMetrics generierten Messungen, Befunde und Berichte – einschließlich PI-Verhältnis, Ellipsität, Dezentration, Zonenbefunde, ANW-Beurteilungen, Anisokorie-Messungen, altersangepasste Vergleiche, Hybrid-Konfidenzwerte und alle Therapiepanelinhalte – sind:

- **Ausschließlich beobachtend und bildend**
- **Keine diagnostischen Schlussfolgerungen**
- **Kein Ersatz für eine klinische Untersuchung** durch einen zugelassenen medizinischen oder alliierten Gesundheitspraktiker
- **Nicht dazu gedacht, medizinische Behandlungen zu leiten, zu ändern oder zu ersetzen**

Der Praktiker, der diese Software verwendet, trägt die alleinige Verantwortung für alle klinischen Entscheidungen, die in Verbindung mit ihrer Ausgabe getroffen werden.

### ### 9.3 Haftungsausschlüsse der Therapiepanels

Jedes Therapiepanel trägt seinen eigenen Haftungsausschluss, der auch im PDF-Bericht erscheint:

| Panel               | Haftungsausschlusstext                                                                                                                                                                            |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kräuter</b>      | „Kräutervorschläge werden ausschließlich zu Bildungszwecken bereitgestellt. Konsultieren Sie vor der Anwendung einen qualifizierten Gesundheitspraktiker.“                                        |
| <b>Chiropraktik</b> | „Chiropraktische Informationen werden zu Bildungszwecken bereitgestellt. Konsultieren Sie für Diagnose und Behandlung einen zugelassenen Chiropraktiker.“                                         |
| <b>TCM</b>          | „TCM-Informationen werden zu Bildungszwecken bereitgestellt. Konsultieren Sie einen zugelassenen Akupunkteur oder TCM-Praktiker.“                                                                 |
| <b>Ernährung</b>    | Ernährungsinformationen folgen dem 7-Farb-Diät-Bildungsrahmen. Individuelle Ernährungsbedürfnisse variieren; konsultieren Sie für personalisierte Beratung einen registrierten Ernährungsberater. |

Kraut-Arzneimittel-Wechselwirkungen existieren. Kräuterempfehlungen dürfen niemals angewendet werden, ohne zuvor die aktuellen Medikamente und Krankengeschichte des Patienten mit einem qualifizierten Praktiker zu überprüfen.

### ### 9.4 PLR Videomodus

Der PLR (Pupillary Light Reflex / Pupillenlichtreflexreaktion)-Videomodus trägt einen zusätzlichen Nur-Forschungs-Haftungsausschluss:

> „Ergebnisse sind KEINE medizinischen Diagnosen. Konsultieren Sie einen Gesundheitspraktiker.“

Die PLR-Analyse ist eine experimentelle Funktion. Geschwindigkeits-, Amplituden- und Latenzzeitmessungen hängen von Umgebungsbeleuchtung, Kamera-Framerate und Flash-Konsistenz ab. Sie sollten nur von in der Pupillometrie ausgebildeten Praktikern und nur als eine Komponente eines vollständigen klinischen Bildes interpretiert werden.

### ### 9.5 Datenschutz

Alle Patientendaten – Namen, Alter, Scan-Datensätze, Bilder – werden **\*\*ausschließlich lokal auf dem Gerät\*\*** gespeichert. Keine Patientendaten werden an CNRI-Server, Cloud-Dienste oder Dritte übertragen. Die Lizenzvalidierung kommuniziert nur den maschinengenerierten Lizenzschlüssel und den Aktivierungsstatus; keine Patientenkennungen sind enthalten.

Der Praktiker ist dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass die lokale Datenspeicherung und jedes nachfolgende Teilen exportierter Berichte den geltenden Datenschutzgesetzen (HIPAA, DSGVO, Australisches Datenschutzgesetz usw.) in seiner Jurisdiktion entspricht.

### ### 9.6 Bildspeicherung

Aufgenommene Augenbilder werden als Dateien im lokalen Speicherverzeichnis der App gespeichert. Das Löschen eines Scan-Datensatzes aus dem Scanverlauf entfernt den Datenbankeintrag, löscht aber **\*\*nicht\*\*** automatisch die Bilddateien von der Festplatte. Um die Daten eines Patienten vollständig zu entfernen, muss der Praktiker auch die zugehörigen Bilddateien aus dem Dateisystem des Geräts löschen.

### ### 9.7 Geistiges Eigentum

Die Iriszonenkarte und die klinischen Schwellenwertdaten basieren auf Dr. Bryan K. Marcias CNRI-Referenzdiagrammen von 2004. Die Kräuterdatenbank ist aus CNRI-Wissensbasismaterialien abgeleitet. Das ONNX-Modell (`cnri\_model.onnx`) ist Eigentum von CNRI. Alle Inhalte sind © 2024-2026 PupilMetrics Research. Unbefugte Verbreitung, Reverse Engineering oder Extraktion einer eingebetteten Datenbank oder eines Modells ist untersagt.

---

### ### 9.8 Nur-Forschungs-Hinweise für erweiterte Funktionen

Alle in Version 6.1+ hinzugefügten Werkzeuge erweitern – und unterliegen – allen Hinweisen der bestehenden Abschnitt 9. Zusätzlich gelten folgende Nur-Forschungs-Hinweise speziell für das erweiterte Toolkit:

**\*\*Texturanalyse-Werkzeuge (Gabor, LBP, GLCM, Frangi).\*\*** Die Texturmetriken werden aus Pixelintensität und Bildgradienten-Informationen berechnet. Sie werden durch Aufnahmebeleuchtung, Weißabgleich und Kameracharakteristika beeinflusst. Werte sollten longitudinal innerhalb desselben Patienten und desselben Geräts interpretiert werden; geräteübergreifende und praktikerübergreifende Vergleiche erfordern eine Kalibrierung, die PupilMetrics nicht durchführt.

**\*\*Automatische Erkennungswerkzeuge (Krypten, Kontraktionsfurchen, Heterochromie-Sektoren).\*\*** Automatische Erkennungen sind algorithmische Vorschläge, keine klinischen Befunde. Jede Erkennung sollte visuell vom ausgebildeten Praktiker verifiziert werden. Erkennungen unterhalb der gemeldeten Konfidenzschwelle sind besonders anfällig für Falsch-Positive durch Spiegelreflexionen, Wimpernschatten oder Bildrauschen, auch nach Anwendung des Spiegelreflexion-Inpaintings.

**\*\*Iris-Signatur & Sitzungsverifikation.\*\*** Das Iris-Signatur-Matching-System ist ausschließlich eine interne Datensatzverknüpfungshilfe. Es ist kein biometrisches Identifikationssystem. Es darf nicht für Identitätsverifikation, Zugangskontrolle, Sicherheit, forensische oder regulatorische Zwecke verwendet werden. Signaturen werden lokal auf dem Gerät gespeichert; sie werden nie übertragen und können nicht exportiert werden.

**\*\*PLR-Signalanalyse.\*\*** Konstriktionskinetik, Redilatationszeit, Hippus und Spektralparameter sind experimentelle Forschungsmetriken. Referenzbereiche stammen aus veröffentlichter Pupillometrie-Literatur unter Verwendung von Laborqualitäts-Geräten; Mobile-Kamera-PLR-Aufnahmen können systematische Abweichungen von diesen Bereichen aufweisen. Absolutwerte dürfen nicht für klinische Entscheidungsfindung verwendet werden; der Längsschnittvergleich innerhalb desselben Patienten ist der vorgesehene Anwendungsfall.

**\*\*Geistiges Eigentum.\*\*** Die Gabor-, LBP-, Frangi-, GLCM- und SSIM-Algorithmen sind gemeinfreie mathematische Methoden. Die spezifische Parametrisierung, das klinische Interpretations-Mapping (Faserdichte → Konstitutionstyp, LBP-Histogramm → Lymphatisch/Hämatogen-Klassifikation usw.) und die Iris-Signatur-Implementierung sind Eigentum von CNRI und © 2024-2026 PupilMetrics Research.

---

\*Ende des PupilMetrics-Benutzerhandbuchs – Version 6.1 · CNRI\*

---

> Für technischen Support senden Sie eine E-Mail an **helpdesk@cnri.edu**  
oder besuchen Sie **cnri.edu**.