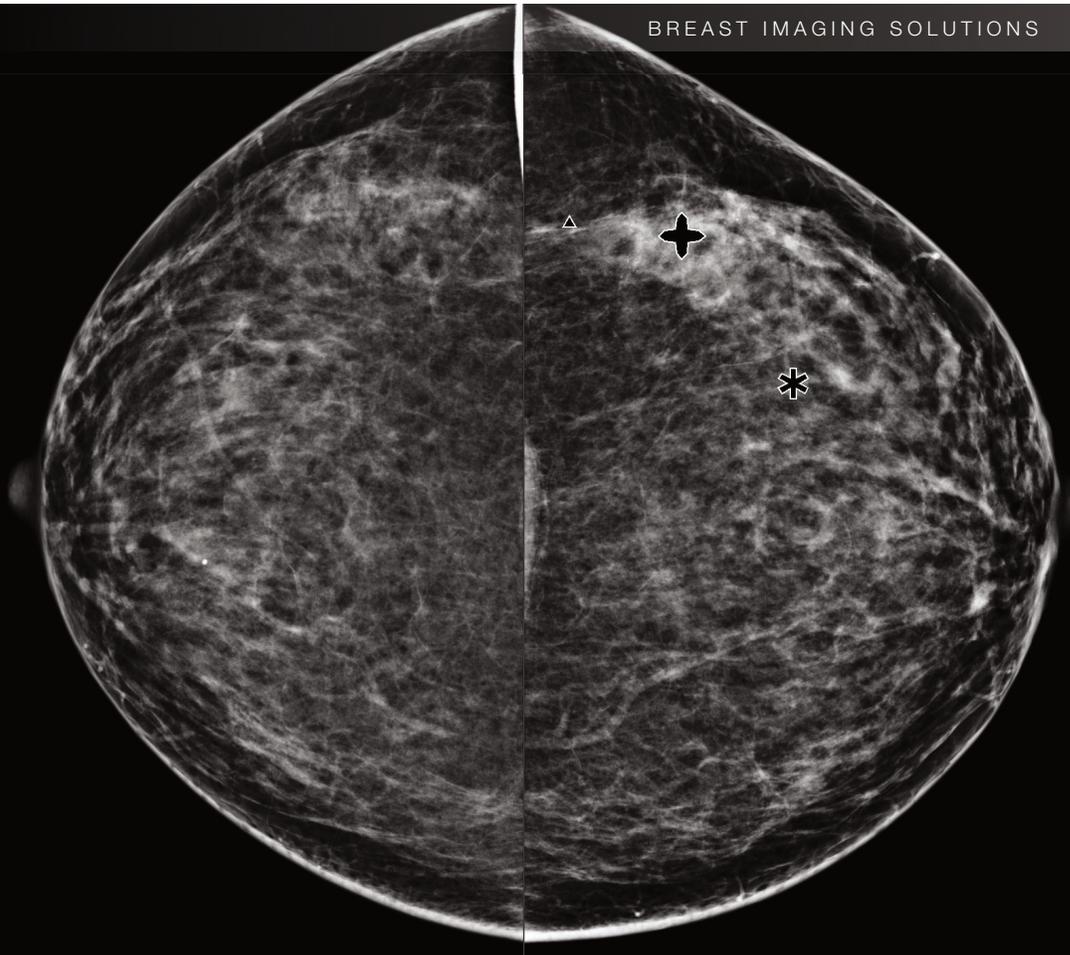


R2 LesionMetrics™	
Malc	
Name	Value
Number of calcifications	14
Size (Long axis)	1.4 cm
Distance to nipple	12.4 cm
Distance to chest wall	3.5 cm
Measure of density	31 %
Degree of spiculation	25 %
Contrast	7 %
CAD Operating Point	0



Den ImageChecker® CAD 9.4 verstehen Benutzerhandbuch

MAN-03288-801 Rev 001

ImageChecker®
Computer-Aided Detection

Cenova™
Image Analytics Servers



HOLOGIC®
The Women's Health Company



Den ImageChecker CAD 9.4[®] verstehen

Benutzerhandbuch

MAN-03288-801 Rev 001

Technischer Kundendienst

In Nordamerika wenden Sie sich an:

Gebührenfrei: +1 866 243 2533 (+1 866 CHECKED)

E-Mail: sctechsupport@hologic.com

Geschäftszeiten: Montag - Freitag, 6.00 Uhr – 17.00 Uhr, PT (GMT –8:00)

Website: www.hologic.com

In Europa, Südamerika oder Asien wenden Sie sich an Ihren Händler oder das Vertriebsunternehmen vor Ort.

© 2013, Hologic, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Jedwede Vervielfältigung oder Weitergabe von Inhalten ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung untersagt. Änderungen vorbehalten. Stand: März 2013.

Patente: <http://hologic.com/patents>

Hologic, das Hologic-Logo, Cenova, Citra, Dimensions, EmphaSize, ImageChecker, LesionMetrics, Malc, PeerView, RightOn, SecurView und Selenia sind Marken oder eingetragene Marken von Hologic in den USA. Alle anderen Warenzeichen, eingetragenen Warenzeichen und Produktnamen sind urheberrechtlich geschützt.

Hologic Inc.

35 Crosby Drive
Bedford, MA 01730-1401 USA
Tel.: +1 781 999 7300
Vertrieb: +1 781 999 7453
Fax: +1 781 280 0668

Hologic N.V.

(EU-Vertretung)
Leuvensesteenweg 250A
1800 Vilvoorde, Belgien
Tel.: +32,2.711,4680
Fax: +32 2 725 2087

Weitere Informationen zu Produkten,
Dienstleistungen und Einrichtungen
von Hologic finden Sie unter
www.hologic.com.



Inhalt

Kapitel 1: Einleitung	1
1.1. Anwendungsgebiete	1
1.2. Verwenden dieses Handbuchs.	2
1.3. Verfügbare Hilfsmittel	2
1.4. Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen	3
1.5. Übersicht ImageChecker CAD.	4
1.6. Vorteile des ImageChecker CAD	7
1.7. Systemanforderungen	8
Kapitel 2: Bildverarbeitung und Arbeitsablauf	9
2.1. Bildverarbeitung	9
2.2. Bilderfassungssysteme.	9
2.3. Eingaben und unterstützte Ansichten	10
2.4. Bild- und Fallverarbeitung.	11
2.5. Regelung des Arbeitsablaufs	14
Kapitel 3: Beschreibung des Algorithmus	15
3.1. RightOn CAD-Markierungen	15
3.2. Beschränkung der Markierungsanzahl	16
3.3. EmphaSize-Markierungen	17
3.4. PeerView	18
3.5. LesionMetrics	19
3.6. Was erkennt der Algorithmus?	20
3.7. Detektion von Mikroverkalkungen.	23
3.8. Detektion von Raumforderungen.	25
3.9. CAD-Arbeitspunkte.	27
3.10. Lastenheft.	28
Index	31

Kapitel 1: Einleitung

- ▶ 1.1. Anwendungsgebiete
- ▶ 1.2. Verwenden dieses Handbuchs
- ▶ 1.3. Verfügbare Hilfsmittel
- ▶ 1.4. Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen
- ▶ 1.5. Übersicht ImageChecker CAD
- ▶ 1.6. Vorteile des ImageChecker CAD
- ▶ 1.7. Systemanforderungen

ImageChecker® CAD ist ein von Radiologen verwendetes Softwareprogramm zur Analyse zweidimensionaler Mammografieaufnahmen. Diese Software wird als lizenzierte Option mit dem Server Cenova™ Image Analytics von Hologic oder jedem Server mit vergleichbarer Funktion bereitgestellt (der die Anforderungen der ImageChecker-Dateneingabe- und -ausgabe erfüllt).

Die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen dienen als Referenz für Radiologen und medizinisches Personal, wie Computer-Aided-Detection (CAD) sie in ihrer Arbeit unterstützen kann.

⚠ Only Laut Bundesgesetz der USA darf dieses Gerät ausschließlich an einen Arzt oder auf dessen Anordnung verkauft werden.

1.1. Anwendungsgebiete

Mit der Anwendungssoftware ImageChecker CAD werden Regionen identifiziert und gekennzeichnet, die bei üblichen Screenings und diagnostischen Mammogrammen von Bedeutung sind und dem Radiologen nach der ersten Befundung angezeigt werden. ImageChecker CAD hilft dem Radiologen, den Anteil übersehener Befunde zu minimieren, und markiert Bereiche auf dem ursprünglichen Mammogramm, die eine zweite Befundung durch einen Radiologen erfordern. ImageChecker CAD ist auf einer Windows-Plattform installiert.

1.2. Verwenden dieses Handbuchs

Dieses Handbuch ist wie folgt aufgebaut:

- **Kapitel 1: Einleitung** liefert einen Überblick über die Anwendungssoftware ImageChecker CAD und erläutert u. a. ihre Funktionen, Vorteile sowie Vorsichtsmaßnahmen für den Gebrauch.
- **Kapitel 2: Bildverarbeitung und Arbeitsablauf** erläutert den Informationsfluss durch Systeme mit ImageChecker CAD, die unterstützten Mammografie-Ansichten sowie den Arbeitsablauf.
- **Kapitel 3: Beschreibung des Algorithmus** beschreibt, wie der ImageChecker CAD-Algorithmus Mammografieaufnahmen analysiert.

In diesem Handbuch sind technische und sicherheitsrelevante Informationen, die besondere Aufmerksamkeit erfordern, durch folgende Konventionen hervorgehoben.

 **WARNUNG!** Eine Anweisung, die bei Nichtbeachtung zu einer gefährlichen Situation führen könnte.

 **ACHTUNG:** Eine Anweisung, die bei Nichtbeachtung zu Systemschäden führen könnte.

 **Wichtig:** Eine Anweisung, die korrekte Ergebnisse und optimale Leistung sicherstellen oder die Grenzen der Geräteleistung veranschaulichen soll.

 **Hinweis:** Hintergrundinformationen zur Veranschaulichung eines bestimmten Schritts oder Verfahrens.

1.3. Verfügbare Hilfsmittel

Neben diesem Handbuch stehen Ihnen folgende weitere unterstützende Hilfsmittel zur Verfügung.

- **Hologic Member Center:** Diese Webseite bietet einen schnellen Zugriff auf elektronische Versionen der Hologic-Benutzerhandbücher und Schulungsmaterialien (im PDF-Format). Das Member Center ist für unsere Kunden gemäß der Garantie oder dem Servicevertrag von Hologic kostenlos erhältlich. Das Member Center finden Sie auf der Homepage von Hologic (<http://www.hologic.com>).
- **Schulung:** Das Hologic Member Center bietet Schulungsmaterialien zu dieser Anwendung. Das Hologic Applications-Team steht zur Schulung Ihrer Mitarbeiter zur Verfügung, falls noch weiterer Schulungsbedarf besteht. Für weitere individuelle Schulungen wenden Sie sich bitte an Ihren Hologic-Kundenberater.

1.4. Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen



⚠ Hinweis: Warn- und Vorsichtshinweise bezüglich der Installation, Verwendung und Wartung des Cenova-Servers finden Sie im Cenova-Benutzerhandbuch.

⚠ Wichtig: Beachten Sie die folgenden Anweisungen, die korrekte Ergebnisse und optimale Leistung sicherstellen oder die Grenzen der Geräteleistung veranschaulichen sollen, bevor Sie Aufnahmen befunden, die mit ImageChecker CAD verarbeitet worden sind.

- Der Radiologe sollte die Auswertung nur anhand diagnostischer Qualitätsbilder und nicht anhand der ImageChecker CAD-Markierungen durchführen.
- ImageChecker CAD dient als Detektionshilfe, nicht aber als Auswertungshilfe. Der Radiologe sollte ImageChecker-Markierungen erst nach der ersten Befundung aktivieren.
- ImageChecker CAD verbessert nicht die Darstellung, vielmehr hilft es, in Mammogrammen die Regionen zu identifizieren, die erneut befundet werden sollten.
- Workstationen, die das CAD-Markierungsschema von Hologic verwenden, markieren Mikroverkalkungsbefunde mit einem Dreieck (Calc-Markierungen) und Raumforderungsbefunde mit einem Stern (Mass-Markierungen). Die Workstation markiert Raumforderungs- und Mikroverkalkungsbefunde, die an derselben Stelle auf der Aufnahme auftreten, mit Markierungen, die aussehen wie die vier Himmelsrichtungen einer Kompassrose (Malc-Markierungen). Bei diesen Befunden handelt es sich nicht zwangsläufig um Krebs. An den markierten Stellen ist weiterhin die Auswertung durch den Benutzer gefordert.
- EmphaSize-Markierungen (Größe variabel): Einrichtungen können sich wahlweise EmphaSize-Markierungen anzeigen lassen. In diesem Fall ist die Größe einer Calc-, Mass- oder Malc-Markierung proportional zur Auffälligkeit der Muster, die für den jeweiligen Befund berechnet wurden. Bei diesen Befunden muss es sich nicht unbedingt um Krebs handeln. An den durch das Gerät markierten Stellen ist weiterhin die Auswertung des Benutzers gefordert.
- Für routinemäßige Auswertungen von Mammogrammen und Ergebnissen, die mit dem ImageChecker CAD erstellt wurden, empfiehlt Hologic die Verwendung einer von der FDA zugelassenen, vor kurzem kalibrierten Mammografie-Workstation mit einem von Hologic autorisierten CAD-Markierungsschema.
- Die ImageChecker CAD-Software identifiziert nicht alle krebserdächtigen Regionen.
 - Die Software markiert nicht alle Läsionen und der Benutzer darf sich daher nicht von einer Befundung abhalten lassen, auch wenn die betreffende Stelle von der Software nicht markiert wurde.
 - Die Software dient nicht zur Detektion von Veränderungen gegenüber früheren Mammogrammen.
 - Die Software dient nicht zur Detektion von Hautverdickungen oder Brustwarzenretraktionen.
 - Zustände der Brust, die die Sensitivität der Mammografie verringern (wie die Verdichtung des normalen Gewebes), reduzieren auch die Sensitivität der Software.
 - Die Software ist sensibler für die Detektion von Mikroverkalkungen als für Raumforderungen. Die Sensitivität ist abhängig von den gewählten einrichtungsspezifischen Arbeitspunkten. Angaben zu den Sensitivitätswerten finden Sie unter **3.9. CAD-Arbeitspunkte**. Darüber hinaus, dass nicht alle Raumforderungen markiert werden, hat der Algorithmus eine niedrigere Sensitivität für Raumforderungen mit einem Durchmesser von über 2,5 cm.
 - Die Ergebnisse bei Anwendung von ImageChecker CAD werden darüber hinaus ggf. durch individuelle Verfahrensweisen beeinflusst. Zur Effizienzoptimierung sollte daher jede medizinische Einrichtung und jeder Radiologe die Auswirkung der Software auf die eigene Mammografiepraxis sorgfältig überwachen.

- In seltenen Fällen zeigt ImageChecker CAD bei einer Läsion auf oder nahe dem Brustmuskel einen negativen Wert für den Brustwandabstand an.
- Die Leistung von ImageChecker CAD ist nicht ausgelegt für Mammografien mit weniger als 2,5 cm² Brustgewebe.
- Die ImageChecker CAD-Software verarbeitet keine Bilder, die die folgenden DICOM-Bildwandler enthalten (mit SNOMED*-Codes):
 - Cleavage (R-102D2)
 - Vergrößerung (R-102D6)
 - Spotkompression (R-102D7)

*SNOMED = Systematized Nomenclature of Medicine.
- Die Leistung des ImageChecker CAD ist nicht abgestimmt auf Mammogramme von Patientinnen mit:
 - Brustimplantate: Ansichten mit weggehaltenen Implantaten werden von ImageChecker CAD jedoch in der Regel problemlos so bearbeitet, dass weniger als 2,5 cm (1 Zoll) des Brustimplantats auf der Aufnahme zu sehen ist. Siehe **Aufnahmen mit Brustimplantaten** auf Seite 14.
 - Teilansichten der Brust (z. B. Mosaik-Ansichten) ohne vollständigen Brustrand. Nur Aufnahmen mit vollständigem Brustrand werden bearbeitet. Siehe **Aufnahmen mit Teilansichten** auf Seite 14.

1.5. Übersicht ImageChecker CAD

Der systemeigene ImageChecker CAD-Algorithmus identifiziert die Regions of Interest (ROIs), die auf Mikroverkalkungen hindeuten, sowie verdichtete Regionen mit oder ohne sternförmig angeordneten Linien, die auf Raumforderungen bzw. strukturelle Veränderungen hindeuten. Der ImageChecker-Algorithmus identifiziert visuell wahrnehmbare Strukturen, die einige der allgemein anerkannten geometrischen Charakteristiken von Mikroverkalkungen oder Raumforderungen aufweisen. Bei den markierten Regionen kann es sich auch um etwas anderes als eine tatsächliche Anomalie handeln; der Radiologe kann dies im Allgemeinen bei einer zweiten Befundung der Originalaufnahmen erkennen.

ImageChecker CAD wird mit einer Reihe lizenzierter Funktionen geliefert. Bei der Installation wird der Hologic-Servicetechniker die Software entsprechend konfigurieren, um bestimmte Funktionen entsprechend der Präferenzen des Personals vor Ort zu aktivieren oder zu deaktivieren. Im Anschluss können Sie Ihren Hologic-Vertriebsbeauftragten kontaktieren, um neue Lizenzen zu erwerben bzw. je nach Bedarf Funktionen zu aktivieren oder zu deaktivieren.

Citra

Die Standard-Funktionen des ImageChecker CAD sind in der Lizenzgruppe Citra™ enthalten, die u. a. die folgenden Funktionen umfasst:

- RightOn™ CAD-Markierungen
- EmphaSize™
- PeerView®
- LesionMetrics™

EmphaSize, PeerView und LesionMetrics sind exklusive Funktionen von Hologic, die von einigen Befundungsworkstationen unterstützt werden. Beim Betrachten der Ergebnisse auf der Workstation erhalten Radiologen ein besseres Verständnis dafür, warum eine Region of Interest (ROI) mit einer CAD-Markierung gekennzeichnet wurde.

Die Funktionen von Citra werden auf den folgenden Seiten kurz erläutert. Weitere Informationen finden Sie unter **Kapitel 3: Beschreibung des Algorithmus**.

⚠ Wichtig: Zur Anzeige von Ergebnissen der einzelnen ImageChecker CAD-Funktionen muss die Workstation mit einer Software ausgestattet sein, die in der Lage ist, das vom Server erzeugte Ausgabeformat auszuwerten. Einzelne Funktionen von Citra können entweder im Server oder, in den meisten Fällen, an der Befundungsworkstation deaktiviert werden. Einige Workstationen können nur Citra-Unterfunktionen auswerten. Lassen Sie sich vom Anbieter der Workstation über die Verfügbarkeit und Integration der Funktionen des ImageChecker CAD in Ihre Workstation beraten.

RightOn CAD-Markierungen

Workstationen, die mit dem CAD-Markierungsschema von Hologic arbeiten, erzeugen drei unterschiedliche RightOn CAD-Markierungen (Mass, Calc und Malc), die in den Ergebnissen angezeigt werden können. Sie können entweder nur eine oder alle drei Arten von Markierungen zur Anzeige auswählen. Jede dieser Markierungen kennzeichnet eine ROI zur weiteren Befundung durch den Radiologen.



Calc – Markiert Regionen, die auf Mikroverkalkungen hindeuten.



Mass – Markiert Regionen, die auf Verdichtungen, Raumforderungen oder strukturelle Veränderungen hindeuten.



Malc – Kombination aus beiden Markierungen bei gleichzeitig auftretenden Calc- und Mass-Markierungen im selben Bereich des Bilds.

EmphaSize

Mithilfe dieser Funktion können auf der Befundungsworkstation Markierungen unterschiedlicher Größe entsprechend ihrer Signifikanz angezeigt werden. Weist der Algorithmus einer Region eine höhere Signifikanz zu, erscheint die CAD-Markierung größer, um anzuzeigen, dass der Radiologe dieser Region mehr Aufmerksamkeit widmen sollte. EmphaSize-Markierungen können deaktiviert werden, wenn das Personal vor Ort auf deren Verwendung verzichten möchte. Weitere Informationen finden Sie unter **3.3. EmphaSize-Markierungen**.

PeerView

Durch Peer View erhält der Radiologe ein besseres Verständnis dafür, warum eine Region of Interest markiert wurde. Auf modernen Befundungsworkstationen, wie dem SecurViewdx von Hologic, hebt PeerView körperliche Befunde hervor, die vom Algorithmus erkannt wurden. Weitere Informationen finden Sie unter **3.4. PeerView**.

LesionMetrics

LesionMetrics liefert Daten, die von ImageChecker CAD für jede vom Algorithmus markierte ROI berechnet wurde. Abhängig von der Art der Läsion kann die Software u. a. folgende Werte errechnen: Läsionsgröße, Abstand zur Brustwarze, Abstand zur Brustwand, Grad der Spikulation, Kontrast im Bereich der Mikroverkalkung, Anzahl der Mikroverkalkungen und Dichte der Raumforderung. Weitere Informationen finden Sie unter **3.5. LesionMetrics**.

Arbeitspunkte

Der ImageChecker CAD-Algorithmus bietet drei Arbeitspunkte (d. h. CAD-Algorithmus-Schwellenwerte), um den unterschiedlichen Präferenzen von Radiologen gerecht zu werden: Arbeitspunkt 0 mit Schwerpunkt auf der Spezifität (niedrige Rate falscher Markierungen), Arbeitspunkt 1 mit ausgeglichenem Schwerpunkt und Arbeitspunkt 2 mit Schwerpunkt auf der Empfindlichkeit. Die Algorithmusleistung für jeden Arbeitspunkt ist wie folgt angegeben:

Arbeitspunkt	0	1	2
Sensitivität für Mikroverkalkungen	95 %	98 %	99 %
Sensitivität für Raumforderung	87 %	89 %	91 %
Falsche Markierungen pro Fall	1,1	1,5	2,0

Bei der Installation Ihres Systems, wird die Server-Software so konfiguriert, dass sie für Raumforderungen Arbeitspunkt 1 und für Mikroverkalkungen Arbeitspunkt 2 verwendet. Es können auch andere Einstellungen vorgenommen werden, bzw. der Servicetechniker kann die Arbeitspunkte zu einem späteren Zeitpunkt ändern. Für Neukunden empfiehlt Hologic die Verwendung der Standardeinstellungen in den ersten vier bis sechs Wochen, damit Sie sich mit den ImageChecker-Markierungen und dem Algorithmusverhalten vertraut machen können.

Weitere Informationen finden Sie unter [3.9. CAD-Arbeitspunkte](#).

1.6. Vorteile des ImageChecker CAD

Die Auswertung von Mammogrammen ist eine schwierige Aufgabe. Das normale Brustgewebe kann von Frau zu Frau sehr unterschiedlich sein und variiert bei derselben Frau ebenfalls im Laufe der Zeit. Darüber hinaus muss der Radiologe zwischen der Erfordernis einer fehlerfreien Detektion von Krebs und der Notwendigkeit, die Anzahl unnötiger Untersuchungen möglichst gering zu halten, abwägen. Das Betrachten einer Vielzahl von Fällen, körperliche Ermüdung, die komplexe Aufnahme der Bruststruktur und der Subtilität bestimmter, beobachtbarer Krankheitsbilder können zur Erstellung falsch-negativer Befunde führen. Es konnte nachgewiesen werden, dass viele nicht erkannte Krebserkrankungen bei einer früheren Befundung hätten entdeckt werden können.^{1,2,3} Fehler dieser Art sind nicht eindeutig erfahrungsabhängig, und sie sind bei menschlichen Begutachtern möglicherweise sogar unvermeidbar.

Die CAD-Funktionen von ImageChecker übernehmen für medizinische Bilder eine ähnliche Funktion wie die Rechtschreibprüfung bei Texten. Er dient dazu, die Rate falsch-negativer Befunde aufgrund übersehener Hinweise zu reduzieren, indem der Radiologe auf Regionen aufmerksam gemacht wird, die u. U. eine zweite Befundung erfordern.

ImageChecker CAD ist die erste von der FDA zugelassene CAD-Software (Computer-Aided Detection) für Vollbild-Screening- und diagnostische Mammogramme. Seit der Zulassung wurde die ImageChecker CAD-Software fortlaufend verbessert und bietet daher einen Algorithmus, der hochempfindlich gegenüber falschen Markierungen ist.

1 Martin JE, Moskowitz M, Milbrath JR. Breast Cancer Missed by Mammography. *AJR*. 1979; 132:737-739.

2 Harvey JA, Fajardo LL, Innis CA. Previous Mammograms in Patients with Impalpable Breast Carcinoma: Retrospective vs Blinded Interpretation. *AJR*. 1993; 161:1167-1172.

3 Burhenne LJW, Wood SA, D'Orsi CJ, et al. Potential Contribution of Computer-aided Detection to the Sensitivity of Screening Mammography. *Radiology*. 2000; 215:554-562.

1.7. Systemanforderungen

Die Tabelle enthält die empfohlenen minimalen Systemanforderungen für den Server, auf dem die ImageChecker-Anwendung laufen soll. Änderungen vorbehalten.

Betriebssystem	Windows XP	Windows 7
Prozessorgeschwindigkeit	1 GHz	1 GHz
Speicher (RAM)	1 GB	2 GB
Freier Festplattenspeicher	5 GB	20 GB
Optisches Laufwerk	CD-ROM	CD-ROM

Kapitel 2: Bildverarbeitung und Arbeitsablauf

- ▶ 2.1. Bildverarbeitung
- ▶ 2.2. Bilderfassungssysteme
- ▶ 2.3. Eingaben und unterstützte Ansichten
- ▶ 2.4. Bild- und Fallverarbeitung
- ▶ 2.5. Regelung des Arbeitsablaufs

In diesem Kapitel werden der Informationsfluss durch Systeme mit ImageChecker CAD, die unterstützten Mammografie-Ansichten sowie die Regelung des Arbeitsablaufs erläutert.

2.1. Bildverarbeitung

Die ImageChecker CAD-Software wird auf einem Server bereitgestellt, der DICOM-Bilder verwaltet und die vom Algorithmus erzeugten Ergebnisse verarbeitet. Die Lenkung der Bild- und Datenströme erfolgt im Allgemeinen wie folgt:

- 1 Ein digitales Vollfeld-Mammografiesystem (Full-Field Digital Mammography (FFDM)) erzeugt zwei Formen digitaler zweidimensionaler Röntgenaufnahmen:
 - DICOM Digitale Mammografie-Röntgenaufnahmen – ‘For Processing’
 - DICOM Digitale Mammografie-Röntgenaufnahmen – ‘For Presentation’
- 2 Das FFDM-Gerät sendet die Aufnahmen ‘For Processing’ an die Server-Software und ‘For Presentation’ an eine diagnostische Befundungsworkstation oder PACS.
- 3 Die Server-Software erhält die For Processing-Aufnahmen, gruppiert sie nach identifizierter Studie und sendet die Studien an die ImageChecker CAD-Software.
- 4 ImageChecker CAD analysiert die Aufnahmen und Studien, erzeugt für jede Studie Ergebnisse in Form einer .xml-Datei und gibt die Datei an die Server-Software aus.
- 5 Der Server generiert die Ergebnisse in Form von DICOM Mammography CAD SR-Objekten (strukturierte Darstellungen), zu denen Art und Position von CAD-Markierungen und andere Daten gehören, die die ROIs identifizieren und charakterisieren.
- 6 Die Befundungsworkstation zeigt für jede Studie die ImageChecker CAD-Ergebnisse mit den For Presentation-Aufnahmen an, die vom FFDM-System erzeugt wurden.

⚠ Hinweis: Die Darstellung der Aufnahmen auf der Workstation ist abhängig vom Aufnahmeverfahren und den Anzeigefähigkeiten der Workstation und wird nicht von der ImageChecker CAD-Software beeinflusst.

An der Befundungsworkstation untersucht der Radiologe zuerst die For Presentation-Bilder. Nach einer ersten Interpretation blendet der Radiologe die ImageChecker CAD-Ergebnisse ein. Der Radiologe kann anschließend die CAD-Ergebnisse ausblenden, die markierten Bereiche erneut überprüfen und eine Diagnose erstellen.

2.2. Bilderfassungssysteme

ImageChecker CAD verarbeitet Aufnahmen, die von einem der folgenden FFDM-Bildaufnahmesysteme stammen:

- Hologic Selenia, Hologic Selenia Dimensions (2D)
- GE Senographe 2000D, GE Senographe DS und GE Senographe Essential
- Siemens Mammomat Novation^{DR}

2.3. Eingaben und unterstützte Ansichten

Das Programm ImageChecker CAD analysiert digitale Mammografieaufnahmen, die dem DICOM-Standard entsprechen. Wenn Sie eine ImageChecker CAD-Lizenz für Ihr System haben, werden alle Aufnahmen per CAD verarbeitet, sofern die Ansichten (und die DICOM-Bildwandler) von der Software unterstützt werden. Dies sieht dann folgendermaßen aus:

Unterstützte DICOM-Ansichten und Bildwandler		ACR MQCM 1999* View Label
Screening-Ansichten	Cranio-Caudal	CC
	Medio-Lateral Oblique (schräg)	MLO
Äquivalente Ansichten	Medio-Lateral	ML
	Cranio-Caudal Exaggerated (erweitert)	XCC
	Cranio-Caudal Exaggerated Laterally (lateral erweitert)	XCCL
	Cranio-Caudal Exaggerated Medially (medial erweitert)	XCCM
Spiegeläquivalente Ansichten	Latero-Medial	LM
	Latero-Medial Oblique (schräg)	LMO
	Caudo-Cranial (von unten)	FB
	Inferomedial nach Superolateral Oblique (schräg)	ISO
	Superolateral nach Inferomedial Oblique (schräg)	SIO
Bildwandler	Axillary Tail (modifiziert nur MLO-Ansichten)	AT
	Tangential	TAN
	Rolled Inferior (untergeordnet)	...RI
	Rolled Lateral (gerollt lateral)	...RL
	Rolled Medial (gerollt medial)	...RM
	Rolled Superior (übergeordnet)	...RS
	Implant Displaced (weggehaltenes Implantat)*	...ID
	Brustwarze im Profil	...NP
	Anteriore Kompression	...AC
	Unterbrustfalte (IMF)	...IMF
Achselgewebe	...AX	

*American College of Radiology Mammography Quality Control Manual 1999

 **Wichtig:** Bitte beachten Sie:

- **Nicht unterstützte Bildwandler:** Die ImageChecker CAD-Software verarbeitet keine Bilder, die die folgenden Bildwandler enthalten (mit SNOMED-Codes):
 - Cleavage (R-102D2)
 - Vergrößerung (R-102D6)
 - Spotkompression (R-102D7)

- **Brustimplantate:** ImageChecker CAD kann auch Aufnahmen mit Brustimplantaten verarbeiten, allerdings liefert die Software in einigen Situationen möglicherweise keine Ergebnisse. Weitere Informationen finden Sie unter **Aufnahmen mit Brustimplantaten** auf Seite 14.
- **Teilansichten:** ImageChecker CAD kann auch Teilansichten verarbeiten. Allerdings sollte man sich bewusst sein, dass die CAD-Ergebnisse von der Reihenfolge beeinträchtigt werden können, in der die Bilder aufgenommen wurden. Weitere Informationen finden Sie unter **Aufnahmen mit Teilansichten** auf Seite 14.

2.4. Bild- und Fallverarbeitung

ImageChecker CAD kann individuelle Aufnahmen und Aufnahmen, die für einen einzelnen Patienten in der Server-Software nach Studie gruppiert wurden, verarbeiten. Es gibt keine spezifizierte Grenze für die Anzahl der Aufnahmen, die der Studie hinzugefügt werden können. Für die meisten Patienten besteht die Studie jedoch aus den vier Screening-Ansichten:

- LCC – Left (links) Cranio-Caudal
- LMLO – Left (links) Medio-Lateral Oblique (schräg)
- RCC – Right (rechts) Cranio-Caudal
- RMLO – Right (rechts) Medio-Lateral Oblique (schräg)

Bildverarbeitung

Während der Verarbeitung analysiert die ImageChecker CAD-Software die erhaltenen Aufnahmen, sofern die Ansicht von der Software unterstützt wird. Der Algorithmus sucht nach Mustern, die auf gruppierte Mikroverkalkungen und Raumforderungen oder strukturelle Veränderungen hindeuten, charakterisiert die verdächtigen Läsionen und bestimmt abschließend die Lage und Anzahl der CAD-Markierungen auf der Aufnahme. Die initiale Analyse nennt man *Bildverarbeitung*.

Fallverarbeitung

Als zusätzlichen Schritt bei Studien mit zwei oder mehr Ansichten wählt der ImageChecker CAD-Algorithmus bis zu vier Ansichten und vergleicht die Aufnahmen miteinander in einem Vorgang mit der Bezeichnung *Fallverarbeitung*. Durch die Überprüfung auf Übereinstimmungen und Abweichungen zwischen diesen Aufnahmen kann der Algorithmus die Ergebnisse für die vier gewählten Ansichten noch verfeinern. Nach Abschluss der Fallverarbeitung erzeugt der ImageChecker CAD-Algorithmus eine .xml-Datei, die die Ergebnisse der für die Fallverarbeitung ausgewählten Aufnahmen sowie der verbleibenden Aufnahmen beinhaltet.

Als Ergebnis der Fallstudienanalyseverarbeitung erstellt ImageChecker CAD möglicherweise einen anderen CAD-Markierungssatz für eine einzelne Aufnahme als für Aufnahmen, die Teil einer Fallstudie sind. Wenn ImageChecker CAD die komplexeren Regeln für Fallstudienverarbeitungen anwendet, fügt er möglicherweise Markierungen hinzu oder verwirft Markierungen. Zum Beispiel:

- Einige große Raumforderungen werden nur markiert, wenn die Aufnahme Teil der bilateralen Asymmetrieanalyse in der Fallstudienverarbeitung ist.
- Einige Markierungen werden verworfen, wenn die Aufnahme den Einschränkungen der Markierungsunterdrückung für die Fallstudienverarbeitung unterliegt. Weitere Informationen finden Sie unter **Beschränkung der Markierungsanzahl** auf Seite 16.

Weitere Informationen zu Bild- und Fallstudienverarbeitung finden Sie unter **3.7. Detektion von Mikroverkalkungen** auf Seite und **3.8. Detektion von Raumforderungen**.

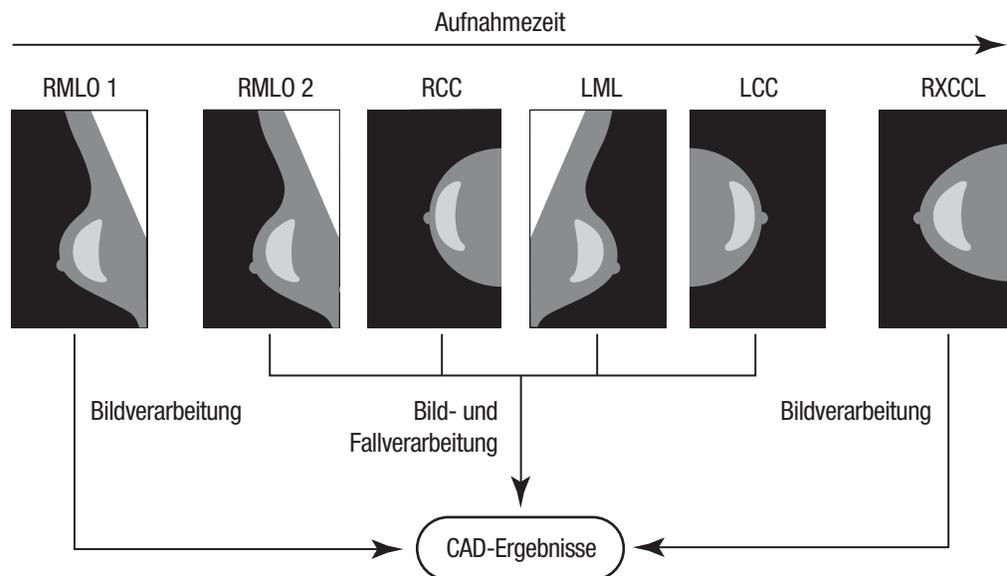
Auswahl der Aufnahmen für die Fallstudienverarbeitung

Der ImageChecker CAD Algorithmus verwendet die folgenden Kriterien zur Bestimmung der für die Fallverarbeitung geeigneten Aufnahmen:

- Enthält eine Studie eine Aufnahme für jede der vier Screening-Ansichten oder ihren Entsprechungen, so werden alle Aufnahmen bei der Fallbearbeitung durch ImageChecker CAD berücksichtigt.
- Enthält eine Studie mehrere Aufnahmen derselben Ansicht und Seitigkeit (z. B. zwei RCC-Ansichten), wird bei der Verarbeitung durch ImageChecker CAD die *letzte* Aufnahme verarbeitet, die von einem FFDM-Gerät für jede der vier Screening-Ansichten oder ihren Entsprechungen erstellt wurde. (Ansichten mit weggehaltenem Implantat (Implant Displaced Views) stellen eine Ausnahme dar – siehe den nächsten Punkt.) Die Aufnahmezeit ist im DICOM-Header jeder Aufnahme enthalten. (Siehe Diagramm auf der folgenden Seite.)
- ImageChecker CAD verarbeitet stets Ansichten mit weggehaltenem Implantat (Implant Displaced) vorrangig zu anderen Aufnahmen mit einer äquivalenten Ansicht, bei der das Implantat nicht weggehalten ist. Etwaige vorhandene und unterstützte Bildwandler haben keinen Einfluss auf die Auswahl der Aufnahmen für die Fallverarbeitung.
- Fehlen bei einer Studie eine oder mehrere der vier Screening-Ansichten, so werden die äquivalenten Ansichten (oder die spiegeläquivalenten Ansichten) von ImageChecker CAD für die Fallverarbeitung verwendet, sofern sie vorhanden sind. Screening-Ansichten haben Vorrang vor äquivalenten Ansichten, die ihrerseits Vorrang vor spiegeläquivalenten Ansichten haben.
- Enthält eine Studie mehrere äquivalente Ansichten (oder spiegeläquivalente), so unterliegt die Auswahl der Ansichten durch ImageChecker CAD für die Fallverarbeitung folgender Rangfolge:

Rangfolge	CC Äquivalent	MLO Äquivalent
1	CC	MLO
2	FB	ML
3	XCC	LM
4	XCCL	LMO
5	XCCM	SIO
6	—	ISO

Das Diagramm unten zeigt beispielsweise, wie ImageChecker CAD Bilder für eine Studie auswählt, die drei der vier Screening-Ansichten mit einem LML-Bild, einem extra RMLO-Bild und einem RXCCL-Bild enthält.



ImageChecker CAD: Bild- und Fallverarbeitung

Das Diagramm zeigt, dass der Algorithmus zuerst alle Aufnahmen getrennt verarbeitet, wenn Image Checker-CAD Aufnahmen zur Verarbeitung auswählt. Bei der Fallverarbeitung jedoch verhält es sich so, dass der Algorithmus

- nur die *letzte* mit einem FFDM-Gerät erstellte RMLO-Aufnahme (zusammen mit drei anderen Screening-Ansichten) verwendet,
- das LML-Bild verwendet, da keine LMLO-Ansicht vorhanden ist und die LML-Ansicht eine zur LMLO äquivalente Ansicht darstellt,
- das RCC-Bild an Stelle des RXCCL-Bilds auswählt, obgleich das RXCCL-Bild neuer ist, da ImageChecker CAD grundsätzlich Screening-Views äquivalenten Ansichten vorzieht, wenn beide vorhanden sind.

2.5. Regelung des Arbeitsablaufs

Wenn eine Studie einzig aus den vier Screening-Ansichten besteht, ist nichts Besonderes zu beachten (LCC, RCC, LMLO und RMLO oder deren Äquivalente). Für Untersuchungen, die nur die vier Screening-Ansichten umfassen, können Sie Aufnahmen in jeder beliebigen Reihenfolge senden. Der Server liest die in jeder Aufnahme gespeicherten Informationen im DICOM-Header und verarbeitet die Aufnahme entsprechend.

Mehrere Aufnahmen derselben Ansicht

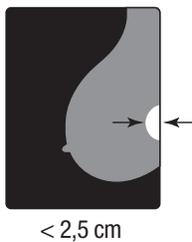
Enthält eine Studie jedoch mehrere Aufnahmen derselben Ansicht und Seitigkeit (z. B. zwei RCC-Ansichten), können die CAD-Ergebnisse durch die Reihenfolge der Aufnahmen des Röntgenassistenten beeinträchtigt werden. Wie in **2.4. Bild- und Fallverarbeitung** erläutert, ist die CAD-Verarbeitung optimiert für Ansichten aus der Fallverarbeitung, d. h. die *letzte* vom FFDM-Gerät für jede der vier Screening-Ansichten erstellte Aufnahme (es sei denn, es ist mindestens eine Ansicht mit weggehaltenem Implantat vorhanden).

In der Regel lässt sich sagen, dass die besten CAD-Ergebnisse erzielt werden, wenn man die Ansichten mit der größten Menge dichten Gewebes während der Untersuchung *später* abbildet. Verwenden Sie bei Bildgebungsteilansichten beispielsweise das Bild mit dem fettreichsten Gewebe zuerst, gefolgt von dem Bild mit dem glandulärsten Gewebe.

Aufnahmen mit Brustimplantaten

ImageChecker CAD kann auch Aufnahmen mit Implantaten verarbeiten, allerdings liefert der Algorithmus unter Umständen keine Ergebnisse, wenn ein wesentlicher Teil des Implantats auf der Aufnahme zu sehen ist. Optimale CAD-Ergebnisse liefert die Software, wenn die Implantate weggehalten werden. Beachten Sie bitte Folgendes:

- ImageChecker CAD verarbeitet Aufnahmen mit dem Bildwandler für weggehaltene Implantate (Implant Displaced).
- Wenn im DICOM-Header das Attribut 'Breast Implant Present' vorhanden ist, hat dies keinen Einfluss auf die ImageChecker CAD-Verarbeitung.
- Sind von der Brustwand aus gemessen mehr als 2,5 cm (1 Zoll) des Implantats auf der Aufnahme zu sehen, liefert der ImageChecker CAD unter Umständen keine CAD-Ergebnisse.
- Wenn sowohl 'Implant Present' (Implantat vorhanden) als auch 'Implant Displaced' (Implantat weggehalten) in einer Studie vorhanden sind, wählt ImageChecker CAD stets die Ansichten mit weggehaltenem Implantat (Implant Displaced).
- Ansichten mit weggehaltenem Implantat können entweder als Gruppe aufgenommen oder mit den Implant Present-Ansichten verschachtelt werden.



Aufnahmen mit Teilansichten

Für einige Studien muss die Brust segmentweise betrachtet werden. Das heißt, es werden mehrere Aufnahmen derselben Ansicht und Seitigkeit gemacht. Ordnen Sie die Ansichten in solchen Fällen stets so, dass die Ansicht mit der größten klinischen Bedeutung zuletzt aufgenommen wird. Wenn für eine Studie also etwa drei RCC-Ansichten erforderlich sind, sollte der Bereich der Brust mit dem meisten Drüsengewebe zuletzt aufgenommen werden. Auf diese Weise wählt ImageChecker CAD die Ansicht mit dem meisten Drüsengewebe für eine optimierte Fallverarbeitung aus (weil sie laut DICOM später aufgenommen wurde).

Kapitel 3: Beschreibung des Algorithmus

- ▶ 3.1. RightOn CAD-Markierungen
- ▶ 3.2. Beschränkung der Markierungsanzahl
- ▶ 3.3. EmphaSize-Markierungen
- ▶ 3.4. PeerView
- ▶ 3.5. LesionMetrics
- ▶ 3.6. Was erkennt der Algorithmus?
- ▶ 3.7. Detektion von Mikroverkalkungen
- ▶ 3.8. Detektion von Raumforderungen
- ▶ 3.9. CAD-Arbeitspunkte
- ▶ 3.10. Lastenheft

Dieses Kapitel beschreibt, wie der ImageChecker CAD-Algorithmus Mammografieaufnahmen analysiert. Der ImageChecker-Algorithmus sucht nach Charakteristika, die allgemein mit Krebs assoziiert sind - speziell Mikroverkalkungen und Raumforderungen (inkl. strukturelle Veränderungen). Der Algorithmus erstellt ein Ranking der Fundorte nach Wahrscheinlichkeit, setzt in diesen Regionen Markierungen nach einem festgelegten Schwellenwert für die Wahrscheinlichkeit (Arbeitspunkt) und sendet die Ergebnisse anschließend an die Befundungsworkstation.

Der Algorithmus bietet drei Arbeitspunkte, um den unterschiedlichen Präferenzen von Radiologen gerecht zu werden. Weitere Informationen finden Sie unter [3.9. CAD-Arbeitspunkte](#).

3.1. RightOn CAD-Markierungen

Workstationen, die mit dem CAD-Markierungsschema von Hologic arbeiten, erzeugen drei unterschiedliche ImageChecker CAD-Markierungen. Jede dieser Markierungen kennzeichnet eine ROI zur weiteren Befundung durch den Radiologen. Es gibt zwei grundlegende Arten von Markierungen sowie eine Kombinationsform:



Calc – Markiert Regionen, die auf Mikroverkalkungen hindeuten.



Mass – Markiert Regionen, die auf Verdichtungen, Raumforderungen oder strukturelle Veränderungen hindeuten.



Malc – Kombination aus beiden Markierungen bei gleichzeitig auftretenden Calc- und Mass-Markierungen im selben Bereich des Bilds.

 **Hinweis:** Nicht alle Mammografieworkstationen können Malc-Markierungen anzeigen. Lassen Sie sich vom Anbieter der Workstation über die Verfügbarkeit und Integration der Funktionen des ImageChecker CAD in Ihre Workstation beraten.

3.2. Beschränkung der Markierungsanzahl

Die Software begrenzt oder 'unterdrückt' die Anzahl der CAD-Markierungen für jede Aufnahme und jeden Fall. Die tatsächliche Anzahl der erstellten CAD-Markierungen hängt vom individuellen Fall und dem für den CAD-Algorithmus ausgewählten Arbeitspunkt ab.

Ansichten	Max. Anzahl pro Aufnahme	Max. Anzahl pro Fall
Screening-Ansichten (RCC, LCC, RMLO, LMLO)	4 Calc-Markierungen 2 Mass-Markierungen ¹ 2 Malc-Markierungen	8 Calc-Markierungen 4 Mass-Markierungen ¹ 4 Malc-Markierungen
Spezialansichten	3 Calc-Markierungen 2 Mass-Markierungen 2 Malc-Markierungen	Abhängig von der Anzahl der Aufnahmen ²

1 Bei Standard-Screeningansichten kann die Anzahl der Mass-Markierungen bei außergewöhnlich verdächtigen Läsionen den angegebenen Pro-Aufnahme-Grenzwert übersteigen.

2 Bei Fällen mit mehr als vier Ansichten ist die maximale Anzahl der Markierungen pro Fall von der Anzahl der Aufnahmen dieses Falls abhängig.

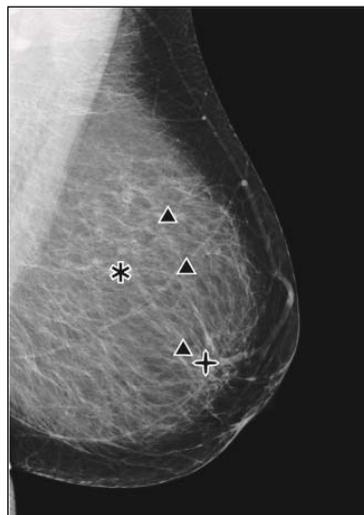
Wenn ImageChecker CAD eine Einzelaufnahme verarbeitet, kann diese andere CAD-Markierungen aufweisen als bei einer Aufnahme, die Teil einer Fallstudie ist. Die Unterschiede entstehen dadurch, dass ImageChecker zunächst die Aufnahmen einzeln verarbeitet, bevor der Fall analysiert wird. Wenn ImageChecker die komplexeren Regeln für Fallverarbeitungen anwendet (wie beispielsweise bei bilateralen Asymmetrieanalysen), kann er Markierungen für weniger verdächtige Regionen verwerfen. Weitere Informationen finden Sie unter **2.4. Bild- und Fallverarbeitung**.

3.3. EmphaSize-Markierungen

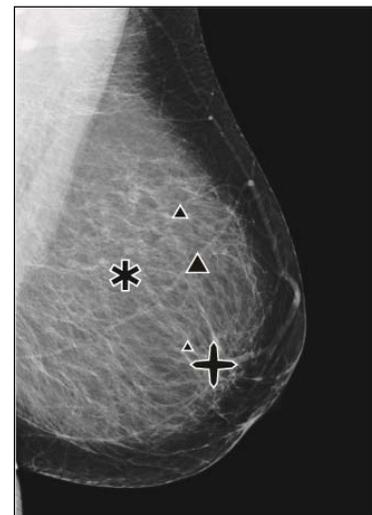
EmphaSize ist eine optionale Funktion, die CAD-Markierungen variabler Größe erzeugt, deren Abmessungen der Bedeutung des Befunds entsprechen. Wenn der ImageChecker CAD-Algorithmus eine Region für signifikanter hält, können manche entsprechend konfigurierbare Befundungsworkstationen die Größe der EmphaSize CAD-Markierung erhöhen.* Die Größe der Markierung entspricht nicht der Größe der Läsion.

Bei der Beurteilung der ROIs versteht der Algorithmus jede ROI mit einem Ranking. Zusammen mit dem gewählten Arbeitspunkt des Algorithmus bestimmt dieses Ranking, ob diese ROI mit einer CAD-Markierung versehen werden soll.

Normalerweise zeigt die Befundungsworkstation alle CAD-Markierungen ungeachtet ihres Rankings in denselben Abmessungen an. Falls Ihre Einrichtung über die Funktion EmphaSize verfügt und die Befundungsworkstation entsprechend konfiguriert ist, passt die Workstation die Größe der Markierungen dem Ranking an. Die EmphaSize-Funktion kann deaktiviert werden, wenn Sie diese nicht verwenden wollen.



CAD ohne EmphaSize



CAD mit EmphaSize

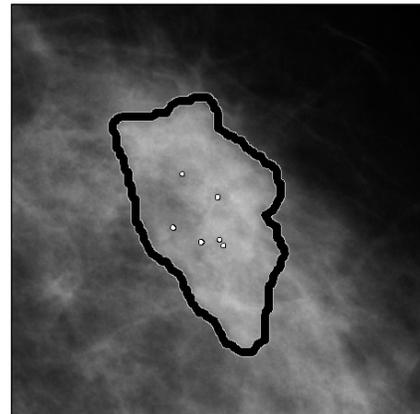
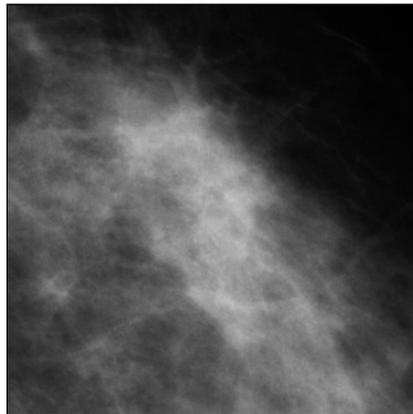
- **Kalzifikationen** – Die Abmessungen einer verdächtigen Läsion sind von unterschiedlicher Bedeutung, da kleine Läsionen äußerst bedeutend und große Läsionen harmlos sein können. Es gibt jedoch weitere wichtige Merkmale. Bei Mikroverkalkungen stuft der Algorithmus die Läsion anhand der Signalintensität, der Anzahl der Mikroverkalkungen in einer Gruppe, der Form der Mikroverkalkungen (d. h. Pleomorphismus) sowie anhand weiterer wichtiger Muster ein.
- **Raumforderungen** – Bei Raumforderungen betrachtet der Algorithmus Muster wie Spikulationsgrad, Form der Läsion, Kontrast zum umliegenden Gewebe sowie andere wichtige Muster, die zur Bestimmung der Bedeutung der Läsion beitragen.
- **Raumforderungen mit Mikroverkalkungen (Malc-Markierungen)** – Regionen die eine Raumforderung und Mikroverkalkungen aufweisen, sind verdächtig und sollten sorgfältig ausgewertet werden.

⚠ *Hinweis: Nicht alle Mammografiestationen können EmphaSize-Markierungen anzeigen. Lassen Sie sich vom Anbieter der Workstation über die Verfügbarkeit und Integration der Funktionen des ImageChecker CAD in Ihre Workstation beraten.

3.4. PeerView

PeerView ist eine optionale lizenzierte Funktion und hilft dem Radiologen zu erkennen, warum eine Region of Interest markiert wurde. An der Befundungsworkstation kann der Radiologe PeerView verwenden, um ROIs hervorzuheben, die vom ImageChecker CAD-Algorithmus erkannt wurden.

- **Mikroverkalkungen** – PeerView hebt die einzelnen Mikroverkalkungen in der vom Algorithmus markierten Gruppe hervor. Möglicherweise hebt PeerView nicht alle Mikroverkalkungen einer Gruppe hervor und zeigt eventuelle Mikroverkalkungen an, die jedoch keine Mikroverkalkungen sind.
- **Raumforderungen** – PeerView definiert und markiert das Verdichtungszentrum der Raumforderungen, so dass der Radiologe Rand, Form und die inneren Muster der durch CAD nachgewiesenen Raumforderung oder Veränderung beurteilen kann. Bei Raumforderungen schließt die Markierung nicht immer die mit der Raumforderung assoziierten Spikulationen mit ein, jedoch kann die Form des Verdichtungszentrums die Aufmerksamkeit auf größere Spikulationen lenken.
- **Raumforderungen mit Mikroverkalkungen** – Für Malc-Markierungen, die Überlappungen von einer oder mehreren Mass- und Calc-Markierungen in derselben Region auf der Aufnahme kennzeichnen, hebt PeerView die Mikroverkalkungen hervor und gibt das Verdichtungszentrum der einzelnen in der CAD-Analyse gefundenen Raumforderungen bzw. Veränderungen an. Dieselbe Region wird mit und ohne PeerView Malc-Markierung (Raumforderung mit Mikroverkalkungen) abgebildet.



⚠ Hinweis: Nicht alle Mammografie-Workstationen können die Hervorhebungen von PeerView anzeigen. Lassen Sie sich vom Anbieter der Workstation über die Verfügbarkeit und Integration der Funktionen des ImageChecker CAD in Ihre Workstation beraten.

3.5. LesionMetrics

LesionMetrics ist eine optionale lizenzierte Funktion, die Daten liefert, die vom ImageChecker CAD-Algorithmus für jede markierte ROI berechnet wurden. Die LesionMetrics sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

LesionMetric	Beschreibung	Calc	Mass	Malc
Anzahl der Mikroverkalkungen	Anzahl individueller Mikroverkalkungen, die vom Algorithmus am aktuellen Arbeitspunkt festgestellt wurden.	✓		✓
Größe (Längsachse)	Längsachse in cm der gruppierten Mikroverkalkung oder Raumforderung.	✓	✓	✓
Abstand zur Brustwarze*	Der radiale Abstand in cm vom Zentrum der Läsion zur geschätzten Brustwarzenposition.	✓	✓	✓
Abstand zur Brustwand*	Der geschätzte senkrechte Abstand in cm vom Zentrum der Läsion zur Brustwand. Bei Läsionen in einem oberen Quadranten kann sich dieses Maß auf den senkrechten Abstand zum Brustmuskel beziehen, der als negativer Wert angezeigt werden kann.	✓	✓	✓
Mikroverkalkungs- kontrast (%)	Der durchschnittliche Unterschied der Helligkeit zwischen einzelnen Mikroverkalkungen und ihrem unmittelbaren Hintergrund vereinheitlicht auf einer Skala zwischen 0 und 100.	✓		✓
Dichte der Raumforderung (%)	Die durchschnittliche Helligkeit einer Läsion in Bezug auf ihren unmittelbaren Hintergrund vereinheitlicht auf einer Skala zwischen 0 und 100.		✓	✓
Grad der Spikulation (%)	Eine Abmessung proportional zur Anzahl der Pixel, die auf Linien liegen und auf einen gemeinsamen Ursprung innerhalb der potentiellen Läsion verweisen. Sie wird auf einer vereinheitlichten Skala zwischen 0 und 100 angegeben und enthält das gesamte Spektrum der durch Biopsie bestätigten bösartigen Raumforderungen.		✓	✓
Arbeitspunkt	Der Arbeitspunkt (Algorithmus-Schwellenwert) mit der geringsten Empfindlichkeit, die der Algorithmus festlegt, würde die Läsion erkennen.	✓	✓	✓

 ***Hinweis:** Die Genauigkeit der Messung hängt von der Position des Patienten und weiteren Faktoren ab, wie beispielsweise Zusammenfluss des Gewebes und radiografische Durchleuchtung. In jeder Aufnahme kann die Entfernung manuell mit dem Messwerkzeug der Workstation bestimmt werden.

Die Funktion LesionMetrics ist bei einer begrenzten Anzahl von Befundungsworkstationen implementiert. Bei SecurView DX (Version 6.0 oder später) können alle oder keine LesionMetrics aktiviert und deaktiviert werden. Ob diese Funktionen auf Ihrem System installiert sind und wie sie verwendet werden, entnehmen Sie bitte der Workstation-Dokumentation.

3.6. Was erkennt der Algorithmus?

Der ImageChecker CAD-Algorithmus durchsucht ein Bild nach Gruppen von hellen Punkten, die auf Mikroverkalkungen hindeuten, und nach Mustern von verdichteten Regionen sowie verdichteten Regionen mit sternförmig angeordneten Linien, die auf Raumforderungen bzw. strukturelle Veränderungen hindeuten.

Mikroverkalkungen

Der Algorithmus markiert:

- Gruppen mit drei oder mehr Elementen
- Elemente mit bis zu 3 mm Abstand voneinander
- Elemente, die jeweils mindestens 150 Mikron groß sind

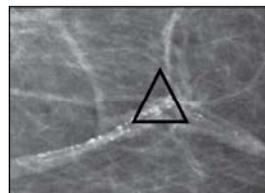
Der Algorithmus markiert nicht:

- Gruppen mit weniger als drei Elementen*
- Gruppen von Elementen, die im Abstand von mehr als 3 mm zueinander liegen
- Elemente mit gutartiger Morphologie
- Kontrastarme Elemente
- Bleihaltige Hautmarkierungen oder Klammern

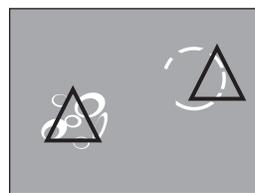
⚠ *Hinweis: Der Algorithmus markiert zwei Elemente, wenn sich diese deutlich in Kontrast oder Gestalt unterscheiden, wie in den Gruppenfiltern definiert. Siehe **3.7. Detektion von Mikroverkalkungen.**

Der Algorithmus markiert gelegentlich:

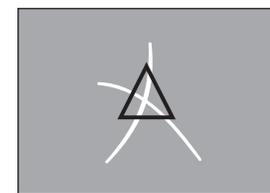
- Vaskuläre Verkalkungen
- In Gruppen angeordnete oder umschriebene gutartige Mikroverkalkungen
- Kreuzstrukturen linearen Gewebes



Vaskuläre Verkalkungen

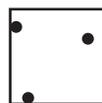


In Gruppen angeordnete oder umschriebene gutartige Mikroverkalkungen

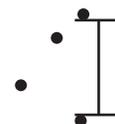


Kreuzstrukturen von linearem Gewebe

Elemente können als Gruppe betrachtet werden, wenn sie einen Abstand von höchstens 3 mm zueinander aufweisen, wie nachfolgend dargestellt:

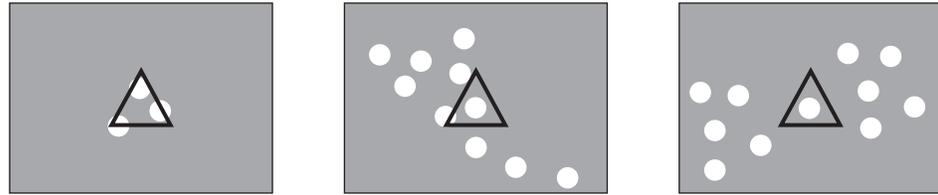


≤ 3 mm Quadrat



Jedes Element liegt bei oder innerhalb von 3 mm

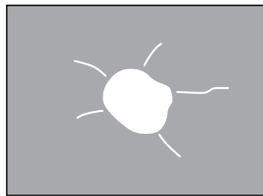
Entspricht der Befund im Mammogramm den ImageChecker CAD-Kriterien, setzt der Algorithmus eine dreieckige CAD-Markierung über dem Zentrum der betreffenden Region (nicht über ein bestimmtes Element) wie nachstehend abgebildet:



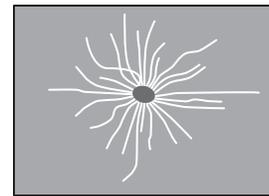
Raumforderungen – Strukturelle Veränderungen

Zur Erkennung von Raumforderungen sucht der ImageChecker CAD-Algorithmus in der Aufnahme schrittweise nach kreisförmigen, dichten Regionen und nach von einem gemeinsamen Mittelpunkt ausstrahlenden Linien. Der Algorithmus markiert:

- Regionen, die auf Raumforderungen bzw. strukturelle Veränderungen hindeuten
- Dichte Regionen / Verdichtungen
- Regionen mit sternförmig angeordneten Linien



Weniger ausgeprägte sternförmig angeordnete Linien mit einer zentralen Raumforderung



Keine zentrale Raumforderung, aber ausgeprägte sternförmig angeordnete Linien

Der Algorithmus markiert gelegentlich:

- Von der Brustwarze sternförmig ausgehende Kanäle und Gewebe
- Zufällige Kreuzstrukturen von Parenchymgewebe
- Deutlich umschriebene Raumforderungen
- Lymphknoten
- Undeutliche Opazitäten, Hautverdickungen oder Brustwarzenretraktion



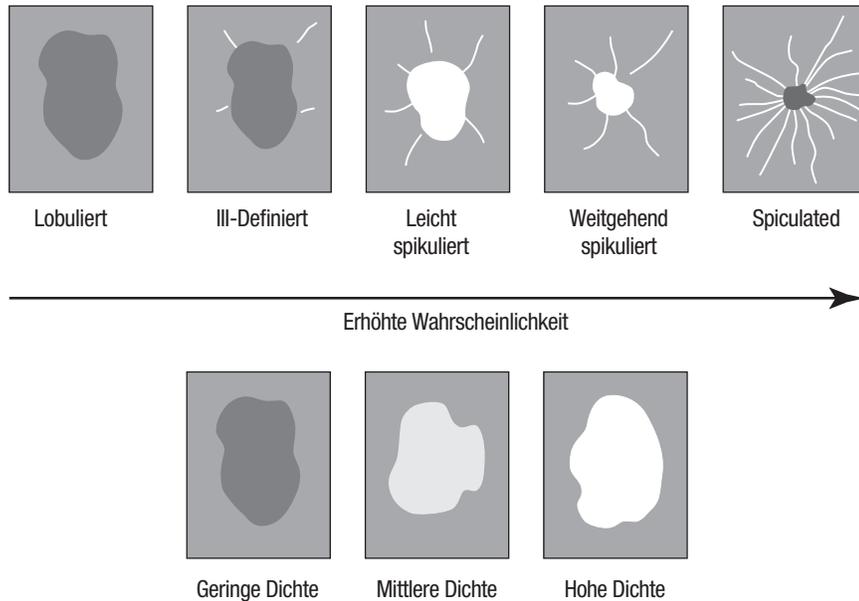
Kanäle und Gewebe, die von der Brustwarze ausstrahlen



Zufällige Kreuzstrukturen von Parenchymgewebe

Die Markierungswahrscheinlichkeit bei Raumforderungen bzw. strukturellen Veränderungen wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

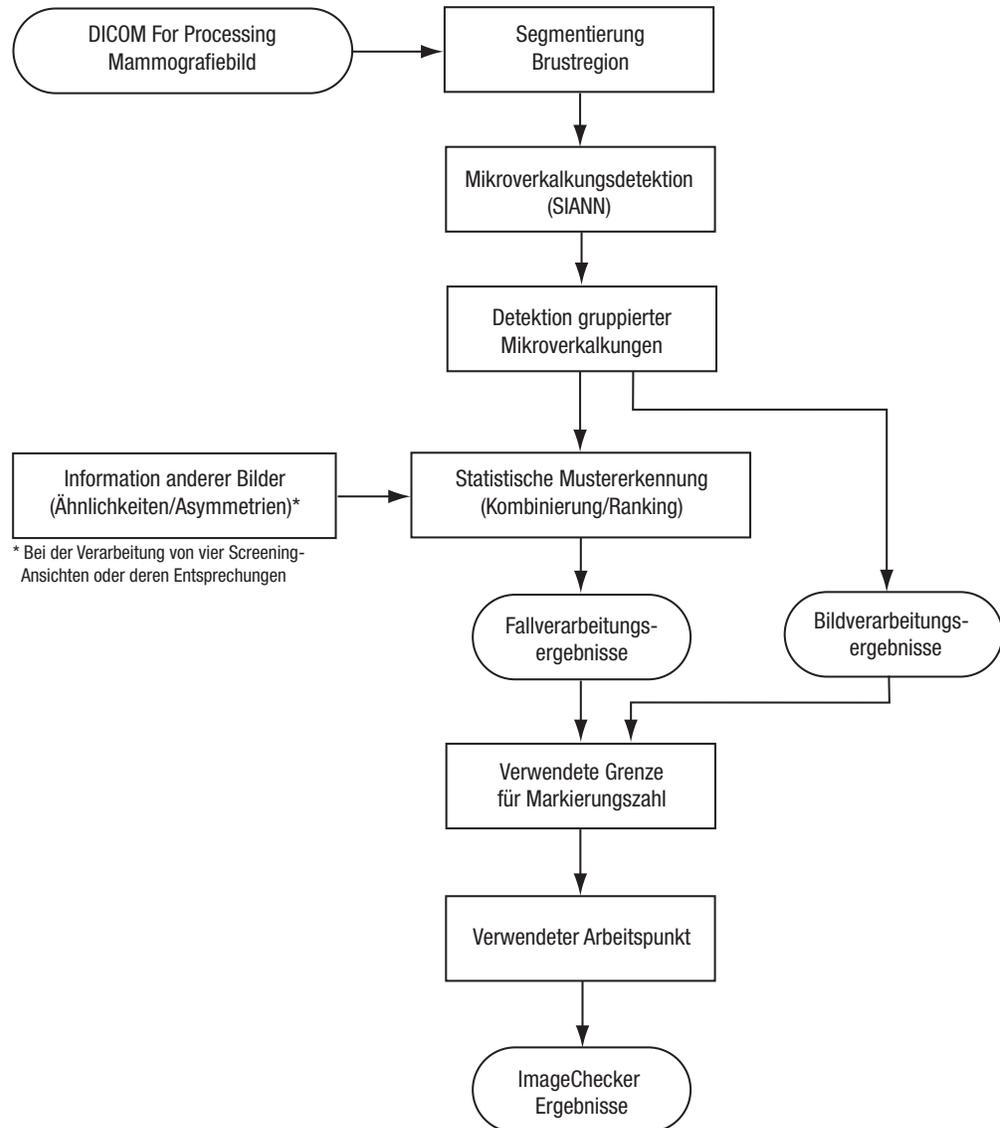
- Rand der Raumforderung (je größer die Spikulation, desto wahrscheinlicher)
- Dichtegrad (je höher die Dichte, desto wahrscheinlicher)
- Vorliegen einer linken/rechten Brustasymmetrie



Findet der Algorithmus ein Muster, das mit einer Raumforderung assoziiert ist, wird der Punkt der maximalen Konvergenz auf der Aufnahme durch einen Stern markiert.

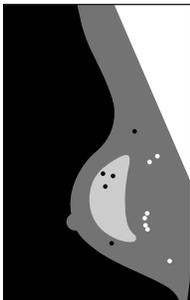
3.7. Detektion von Mikroverkalkungen

Zur Detektion von Mikroverkalkungen führt ImageChecker CAD verschiedene Analysen durch:



ImageChecker CAD-Mikroverkalkungsdetektion

Bildverarbeitungsergebnisse für Mikroverkalkungen



Für jede Aufnahme verwendet der Algorithmus zwei Filter (künstliche neuronale Netze) zur Identifikation von Mikroverkalkungen und deren Charakteristika:

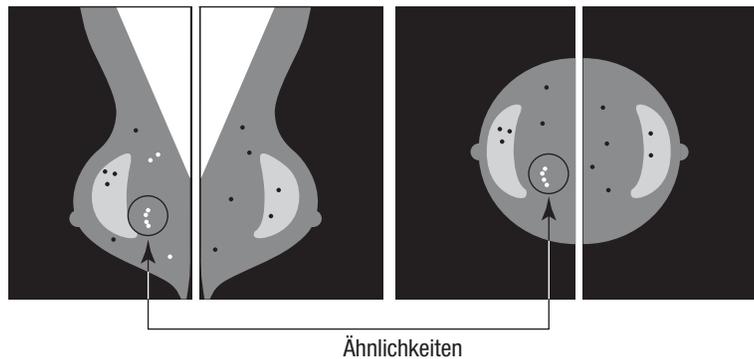
- Zunächst werden die Aufnahmen mit dem Shift-Invariant Neural Network (SIANN) verarbeitet, einem Mikroverkalkungs-Detektionsfilter, der mittels der umfangreichen Hologic-Trainingsdatenbank optimiert wurde. SIANN ist eine in über 10-jähriger Forschungsarbeit an der University of Chicago entwickelte patentierte Technik.

- Anschließend werden die resultierenden Mikroverkalkungen mittels eines Gruppenfilters analysiert, der mehr als ein Dutzend verschiedene Charakteristika unter Einbeziehung von Kontrast, Form und Abmaßen abwägt.

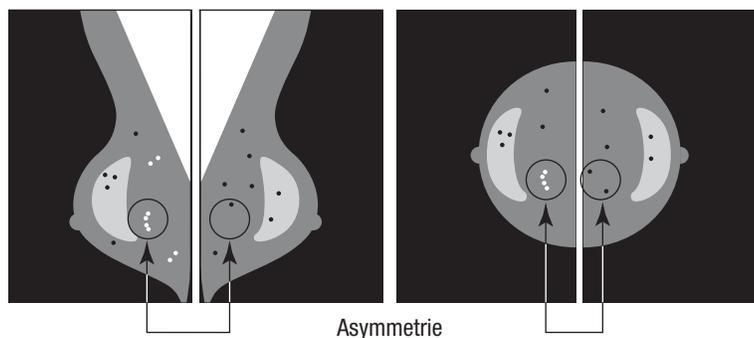
Zusätzlich segmentiert der Algorithmus die Brust und identifiziert die Lage der Gruppierung in der Brust.

Fallverarbeitung für Mikroverkalkungen

Neben der Verarbeitung von einzelnen Bildern wählt ImageChecker CAD bis zu vier Bilder aus, die die Screening-Ansichten RCC, LCC, RMLO und LMLO (bzw. deren Entsprechungen) darstellen. Der Algorithmus überprüft die Ergebnisse für jede Aufnahme und sucht nach Übereinstimmungen der Ergebnisse durch den Vergleich mit zusätzlichen orthogonalen Ansichten (z. B. LMLO und LCC):



Er sucht ebenfalls nach Asymmetrien zwischen den Ansichten der jeweiligen Seite, wie z. B. LMLO und RMLO:



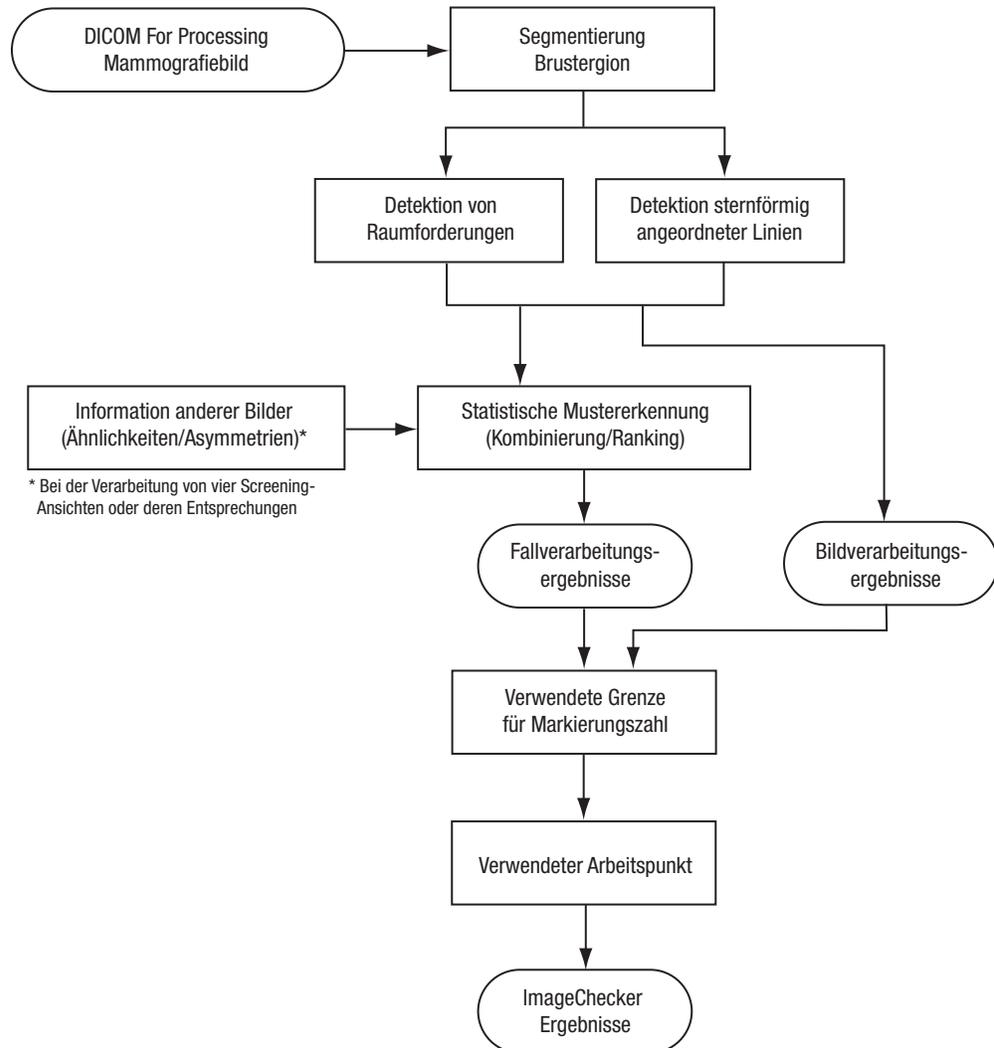
Der Algorithmus kombiniert die Ergebnisse der verschiedenen Analysen, analysiert die resultierenden Gruppierungen und verwendet eine statistische Mustererkennung zum Abgleich mit der Trainingsdatenbank, um für jede der möglichen Gruppierungen das entsprechende Ranking zu erstellen. Er wählt dann die Calc-Markierungen aus, die den Kriterien des Algorithmus (Markierungs-Überlagerung) am ehesten entsprechen, und wendet den ausgewählten Arbeitspunkt aus, wodurch die Anzahl der markierten Befunde eingegrenzt wird.

Schließlich, wenn der Algorithmus feststellt, dass eine gewählte Calc-Markierung mit einer Mass-Markierung übereinstimmt, werden die Markierungen von ImageChecker CAD in eine Malc-Markierung konvertiert.

Weitere Informationen finden Sie unter [2.4. Bild- und Fallverarbeitung](#).

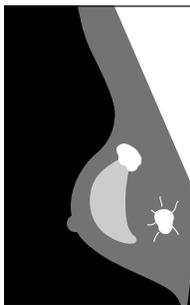
3.8. Detektion von Raumforderungen

Zur Detektion von Raumforderungen führt ImageChecker CAD verschiedene Analysen durch:



ImageChecker CAD-Raumforderungsdetektion

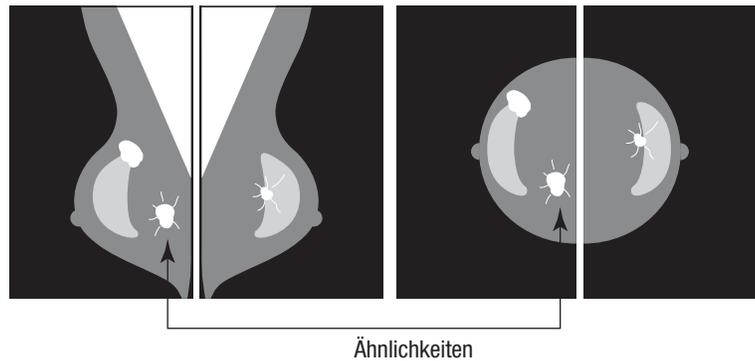
Bildverarbeitung für Raumforderungen



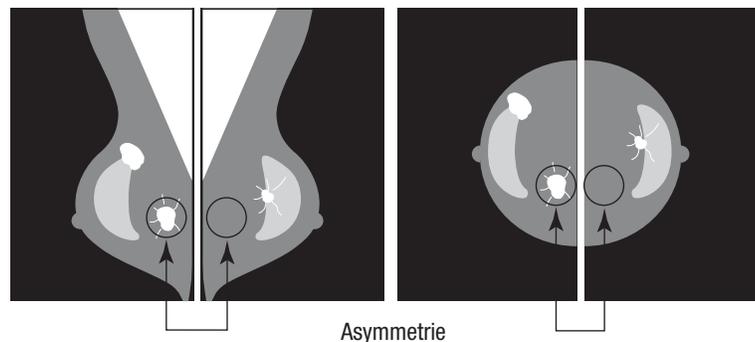
Für jede Aufnahme verwendet der Algorithmus patentierte Technologien, um die Brust zu segmentieren. Anschließend identifiziert er Raumforderungen durch die Bewertung von Mustern basierend auf deren Dichte, Form und Randbeschaffenheit. Er sucht ebenfalls nach Mustern, die als sternförmige Linien erscheinen und sofern vorhanden deren Spikulationsgrad.

Fallverarbeitung für Raumforderungen

Neben der Verarbeitung von einzelnen Bildern wählt ImageChecker CAD bis zu vier Bilder aus, die die Screening-Ansichten RCC, LCC, RMLO und LMLO (bzw. deren Entsprechungen) darstellen. Der Algorithmus überprüft die Ergebnisse für jede Aufnahme und sucht nach Übereinstimmungen der Ergebnisse durch den Vergleich mit zusätzlichen orthogonalen Ansichten (z. B. LMLO und LCC):



Er sucht ebenfalls nach Asymmetrien zwischen den Ansichten der jeweiligen Seite, wie z. B. LMLO und RMLO:



Anschließend gleicht der Algorithmus die resultierenden Daten mit der Trainingsdatenbank ab, um für jede der möglichen Raumforderungen das entsprechende Ranking zu erstellen. Je nach Ranking und definiertem Arbeitspunkt markiert das System dann ggf. diese Raumforderungen.

Der Algorithmus kombiniert die Ergebnisse der verschiedenen Analysen, analysiert die resultierenden Befunde und verwendet eine statistische Mustererkennung zum Abgleich mit der Trainingsdatenbank, um für jeden der möglichen Befunde das entsprechende Ranking zu erstellen. Er wählt dann die Raumforderungsbefunde aus, die den Kriterien des Algorithmus (Markierungs-Überlagerung) am ehesten entsprechen, und wendet den ausgewählten Arbeitspunkt aus, wodurch die Anzahl der markierten Befunde eingegrenzt wird.

Schließlich, wenn der Algorithmus feststellt, dass eine gewählte Mass-Markierung mit einer Calc-Markierung übereinstimmt, werden die Markierungen von ImageChecker in eine Malc-Markierung konvertiert.

Weitere Informationen finden Sie unter [2.4. Bild- und Fallverarbeitung](#).

3.9. CAD-Arbeitspunkte

Einrichtungen mit ImageChecker CAD können zwischen drei unterschiedlichen Arbeitspunkten (CAD-Algorithmus-Schwellenwerten) auswählen: Für Mikroverkalkungen und Raumforderungen können unterschiedliche Arbeitspunkte gewählt werden. Dadurch ergeben sich neun verschiedene Optionen für die Kombination von Arbeitspunkten. Im Folgenden werden die verschiedenen Arbeitspunkte aufgeführt:

- Arbeitspunkt 0 hat eine niedrigere Rate falsch-positiver Markierungen, aber auch eine niedrigere allgemeine Sensitivität. Dieser Arbeitspunkt eignet sich für Einrichtungen, die eine möglichst niedrige Rate falsch-positiver Markierungen erzielen wollen.
- Arbeitspunkt 1 stellt einen abgeglichenen Schwerpunkt dar. Dank der Verbesserungen des Algorithmus können die Punkte 0 und 2 ziemlich weit voneinander gewählt werden und einige Einrichtungen ziehen eine dazwischen liegende Auswertung des CAD-Algorithmus vor.
- Arbeitspunkt 2 legt den Schwerpunkt auf die Sensitivität. Er ist am besten geeignet zur Markierung von ROIs (d. h. CAD-Sensitivität), geht jedoch mit einer höheren Rate von falsch-positiven Markierungen einher. Er eignet sich für Einrichtungen, die die höchstmögliche Anzahl von Markierungen anzeigen möchten, und zwar unabhängig von falsch-positiven Markierungsraten.

Wenn Sie beispielsweise eine hohe Sensitivität für Mikroverkalkungen, aber einen Mittelweg zwischen Sensitivität und falsch-positiven Markierungen für Raumforderungen möchten, wählen Sie Arbeitspunkt 2 für Mikroverkalkungen und Arbeitspunkt 1 für Raumforderungen.

Sie können die für Ihren Standort geeigneten Einstellungen mit Ihrem Anwendungsspezialisten besprechen oder mit dem Vertriebsbeauftragten des technischen Kundendienstes in Kontakt treten, falls Sie die Konfigurationen ändern möchten.

3.10. Lastenheft

Die nachstehende Tabelle zeigt die Empfindlichkeit und die Quote der falschen Markierungen für die drei Arbeitspunkte in Version 9.4 der ImageChecker CAD-Software. Die Daten beruhen auf der digitalen Filmtestdatenbank von Hologic, die durch Biopsie bestätigte Malignitäten und bestätigte normale Fälle in den vier Standardansichten (RCC, LCC, RMLO und LMLO) enthält.

Arbeitspunkt:	0	1	2
Mikroverkalkungen (n = 222)			
Sensitivität ¹	95 %	98 %	99 %
95 % Konfidenzintervall	92,77–98,22 %	96,45–99,95 %	97,86–99,99 %
Raumforderungen (n = 578)			
Sensitivität ¹	87 %	89 %	91 %
95 % Konfidenzintervall	84,10–89,61 %	86,94–91,95 %	88,48–93,18 %
Insgesamt (n = 800)			
Sensitivität ¹	89 %	92 %	93 %
95 % Konfidenzintervall	87,10–91,40 %	89,98–93,77 %	91,37–94,88 %
Screening-Normalfälle (n = 828) ²			
Mikroverkalkungen FP/Aufnahme	0,08	0,12	0,15
Raumforderungen FP/Aufnahme	0,19	0,27	0,36
FP gesamt/Fall	1,1	1,5	2,0
Spezifizität	56 %	42 %	29 %
95 % Konfidenzintervall	53,02–59,78 %	38,19–44,90 %	25,90–32,08 %
Screening- und BI-RADS 0-Normalfälle (n = 911) ³			
Mikroverkalkungen FP/Aufnahme	0,08	0,13	0,16
Raumforderungen FP/Aufnahme	0,20	0,28	0,38
FP gesamt/Fall	1,1	1,6	2,1
Spezifizität	54 %	39 %	27 %
95 % Konfidenzintervall	50,66–57,13 %	36,13–42,47 %	24,44–30,23 %

1 'Sensitivität' bezieht sich ausschließlich auf die Sensitivität des CAD-Algorithmus, nicht auf den Radiologen, der das Gerät verwendet.

2 'Falsch-positive'-(FP-) und 'Spezifität'-Daten wurden entwickelt aus der Befundung von bestätigten Normalfällen (definiert als solche, die in Röntgenberichten als BI-RADS 1 und 2 eingestuft wurden). 'FP/Aufnahme' bezieht sich auf die durchschnittliche Anzahl falsch-positiver Markierungen pro Aufnahme, wie sie bei normalen Fällen gemessen wird. 'Spezifität' bezieht sich auf die Prozentzahl normaler Fälle ohne CAD-Markierung (bei der Verarbeitung).

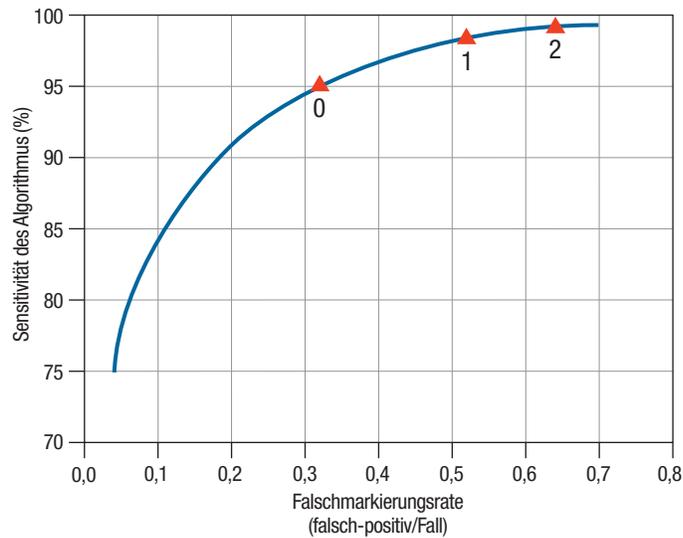
3 'Falsch-positive'-(FP-) und 'Spezifität'-Daten wurden entwickelt aus der Befundung von bestätigten Normalfällen (definiert als solche, die in Röntgenberichten als BI-RADS 0, 1 und 2 eingestuft wurden). Diese Normalfälle wurde angereichert mit 10 % BI-RADS 0-Fällen, wobei die BI-RADS 0-Beurteilung bei diesen Patientinnen eine oder mehrere dieser Folgen nach sich zog: zusätzliche Mammografie-Ansichten; zusätzliche Ultraschallaufnahmen; kurzzeitige Nachbeobachtung; Anforderung zusätzlicher Bilder. Sämtliche Fälle wurden nachfolgend als normal ohne weiteren Eingriff eingestuft. 'FP/Aufnahme' bezieht sich auf die durchschnittliche Anzahl falsch-positiver Markierungen pro Aufnahme, wie sie bei normalen Fällen gemessen wird (einschließlich BI-RADS 0). 'Spezifität' bezieht sich auf die Prozentzahl normaler Fälle (einschließlich BI-RADS 0) ohne CAD-Markierung (bei der Verarbeitung).

Zur Bestimmung der Rate falscher Markierungen verarbeitet Hologic normale Screening-Fälle mit der ImageChecker CAD-Software und misst die Anzahl falscher Markierungen pro Aufnahme. Screening-Fälle mit zusätzlichen Ansichten bzw. diagnostischen Studien enthalten möglicherweise ganz andere Bildzusammenstellungen und führen deshalb eventuell zu Ergebnissen, die außerhalb der gemessenen Markierungsrate für normale Fälle liegen. Da die Markierungsrate pro Aufnahme gemessen wird, sollte eine größere Anzahl Aufnahmen in einem Fall mit einer höheren Gesamtzahl Markierungen für diesen Fall einhergehen. Während klinische Erfahrungen auf Unterschiede bei den Markierungsraten hinweisen, fand Hologic jedoch bei der Betrachtung einer großen Anzahl Fälle keine gravierenden Unterschiede bei der Rate falscher Markierungen.

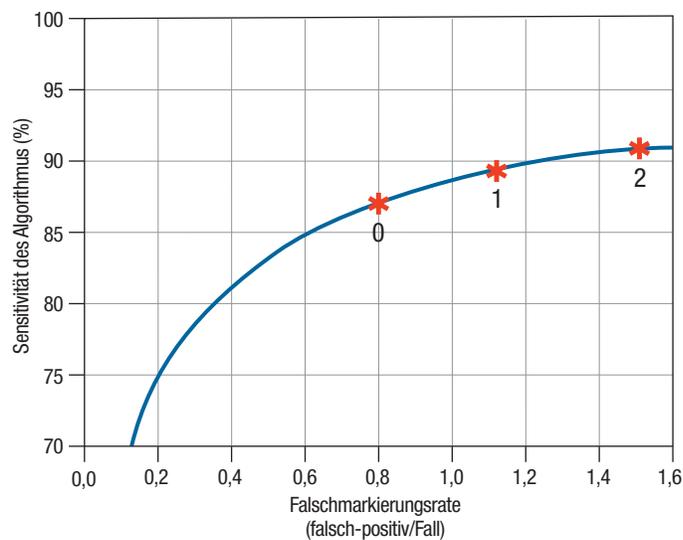
Um zur Einschätzung der Sensitivität eine echt positive gruppierte Mikroverkalkung zu bestimmen, ermittelt der CAD-Algorithmus eine Liste der hellen Punkte in einer Gruppierung. Gleichermaßen besteht der Referenzstandard (wahr) aus einer Liste der Punkte pro Gruppierung. Um als echt positiv gezählt zu werden, muss sich das Zentrum des Punkts innerhalb von 250 µm vom Zentrum des Referenzstandardpunkts befinden.

Um zur Einschätzung der Sensitivität eine echt positive Massenläsion zu bestimmen, ermittelt der CAD-Algorithmus eine Kontur einer Raumforderung, bestehend aus einer geschlossenen Polygonkontur, die die Ausdehnung der erkannten Raumforderung umgibt. Der Algorithmus ermittelt das geometrische Zentrum (Schwerpunkt oder Zentrum der Raumforderung) der Kontur. Liegt das Zentrum innerhalb der geschlossenen Kontur des Referenzstandards, wird die Markierung als echt positives Ergebnis betrachtet.

Die nachstehenden Grafiken zeigen Kurven der Sensitivität und Rate falscher Markierungen des Algorithmus auf der Basis von Fällen mit den vier Screening-Ansichten mit Datenpunkten für jeden der drei Arbeitspunkte. Die Daten beruhen auf der digitalen Filmtestdatenbank von Hologic, die 800 durch Biopsie bestätigte Malignitäten und 911 Screening- und BI-RADS 0-Normalfälle enthält.



Performance Mikroverkalkung



Performance Raumforderungen

Index

A

- Akquisitions-Workstationen
 - für ImageChecker CAD, 9
- Anforderungen, Hardware, 8
- Ansichten, unterstützte
 - für ImageChecker CAD, 10, 11, 28
- Arbeitsablauf, klinischer
 - mit ImageChecker CAD, 9
- Arbeitspunkte
 - ImageChecker CAD, 6, 27, 28–30
- Aufnahmen von Teilansichten
 - mit ImageChecker CAD, 4, 11, 14

B

- Befundungsworkstationen
 - für ImageChecker CAD, 5, 9
- Bildspezifikationen
 - für ImageChecker CAD, 10
- Bildverarbeitung
 - durch ImageChecker CAD, 11–14
 - durch ImageChecker CAD, 9
 - durch ImageChecker CAD, 24
 - durch ImageChecker CAD, 25
- Bildwandler
 - mit ImageChecker CAD, 4, 10

C

- CAD-Markierungen, 2D, 5, 9
 - Arten von, 15
 - EmphaSize, 3, 5, 17
 - LesionMetrics, 19
 - maximale Anzahl von, 16
 - PeerView, 18
 - überlappend, 18
- Calc-Markierung, ImageChecker CAD, 15
- Calc-Markierungen, ImageChecker
 - Größe variabel, 17
- Calc-Markierungen, ImageChecker CAD
 - maximale Anzahl von, 16
 - mit EmphaSize, 17
 - mit PeerView, 18
- Citra, 4
- Cleavage-Ansichten, 4, 10

D

- DICOM, 9, 10

- Header, 14

E

- EmphaSize, 17
 - Übersicht, 5
 - Vorsichtsmaßnahmen, 3
- Ergebnisse, ImageChecker CAD, 15–30
 - Ausgabeformat, 9
 - Übersicht, 4–6

F

- Fallverarbeitung, ImageChecker CAD, 11–14
 - für Mikroverkalkungen, 24
 - für Raumforderungen, 26
- FFDM-Systeme
 - für ImageChecker CAD, 9

G

- GEHealthcare
 - Senographe-System, 9

H

- Hilfsmittel des Kundendienstes, 2

I

- ImageChecker CAD
 - Algorithmus, 15–30
 - Anwendungsgebiete, 1
 - Arbeitspunkte, 28–30
 - Auswählen von Ansichten zur Verarbeitung, 13
 - Bildspezifikationen, 10
 - Fall- und Bildverarbeitung, 11–14
 - Performancespezifikationen, 28–30
 - Übersicht, 4–6
 - unterstützte Ansichten, 10
 - Vorteile, 7
 - Was erkennt der, 20
- Implantate, Brust
 - mit ImageChecker CAD, 4, 11, 14

K

- Kalzifizierungen, ImageChecker CAD, 15, 17, 18, 19

L

LesionMetrics
beschrieben, 19
Übersicht, 5

M

Malc-Markierung, ImageChecker CAD,
15
Malc-Markierungen, ImageChecker
CAD
Ermittlung von, 24, 26
Größe variabel, 17
maximale Anzahl von, 16
mit EmphaSize, 17
mit LesionMetrics, 19
mit PeerView, 18
Mammography CAD SR, 5, 9, 11, 18,
19
Markierungen variabler Größe. *Siehe*
EmphaSize
Mass-Markierung, ImageChecker CAD,
15
Mass-Markierungen, ImageChecker
Größe variabel, 17
Mass-Markierungen, ImageChecker
CAD
maximale Anzahl von, 16
mit EmphaSize, 17
mit LesionMetrics, 19
mit PeerView, 18
Mikroverkalkungen
ImageChecker CAD
Bildverarbeitung, 24
Fallverarbeitung für, 24
Mikroverkalkungen, ImageChecker
CAD
Detektion durch, 23
was der Algorithmus erfasst, 20
Mikroverkalkungs-Markierungen,
ImageChecker CAD
mit LesionMetrics, 19

P

PeerView
beschrieben, 18
Übersicht, 5

R

Rate falscher Markierungen
ImageChecker CAD, 6, 27, 28–30
Raumforderungen
ImageChecker CAD
Bildverarbeitung für, 25
Fallverarbeitung für, 26
Raumforderungen, ImageChecker
CAD, 15, 17, 18, 19
Analyse durch den Algorithmus, 25
was der Algorithmus erfasst, 21
RightOn CAD-Markierungen. *Siehe*
CAD-Markierungen, 2D

S

Schulung, 2
Schwellenwerte. *Siehe* Arbeitspunkte
Screening-Ansichten
mit ImageChecker CAD, 10, 11–14,
16, 24, 26, 28–30
SecurView-Befundungsworkstation, 5,
19
SeleniaFFDM-System, 9
Sensitivität
ImageChecker CAD, 3, 6, 19, 27,
28–30
Server-Spezifikationen, 8
Siemens AG
Mammomat Novation-System, 9
Spezifität
ImageChecker CAD, 6, 28
Spot-Compressed-Ansichten, 4, 10

V

vergrößerte Ansichten, 4, 10
Vorsichtsmaßnahmen
für ImageChecker CAD, 3–4

W

Warnungen
für ImageChecker CAD, 3–4
Workstationen. *Siehe* FFDM-Systeme;
Akquisitions-Workstationen;
Befundungsworkstationen

Hologic macht Leidenschaft zu Taten und Taten zu Veränderungen.

Hologic definiert den Versorgungsstandard in der Frauenheilkunde. Unsere Technologien helfen Ärzten, besser zu sehen, schneller zu erkennen, weiter zu reichen und mehr Leben zu erreichen.

LÖSUNGEN FÜR DIE MAMMOGRAFIE • INTERVENTIONELLE LÖSUNGEN FÜR DIE BRUSTDIAGNOSTIK
KNOCHENGESUNDHEIT • PRÄNATALE GESUNDHEIT
GYNÄKOLOGISCHE GESUNDHEIT • MOLEKULARDIAGNOSTIK

HOLOGIC®

The Women's Health Company

www.hologic.com | info@hologic.com | +1.781.999.7300

North America / Latin America

35 Crosby Drive
Bedford, MA 01730-1401
USA

Europe

Everest (Cross Point)
Leuvensesteenweg 250A
1800 Vilvoorde
Belgium

Asia Pacific

7th Floor, Biotech Centre 2
No. 11 Science Park West Avenue
Hong Kong Science Park
Shatin, New Territories
Hong Kong

Australia / New Zealand

Suite 402, Level 4
2 Lyon Park Road
Macquarie Park NSW 2113
Australia