

## Einleitung

Die neueste Generation videobasierter 3D Ganganalysesysteme bietet die Möglichkeit 3D Bewegungsdaten nicht nur mit Hilfe von Markern, sondern auch mit markerlosem oder hybridem Tracking zu ermitteln. Mittels der neuen Verfahren zur markerlosen Silhouettenerfassung können Analysen schneller und einfacher durchgeführt werden und das Fehlerpotential durch fehlerhafte Markerplatzierung verringert werden. In einer Pilotstudie wurde untersucht, ob markerlose und hybride Trackingverfahren mit den Ergebnissen des traditionellen Markermodells hoch korrelieren. Ziel der Studie ist es zu validieren, ob diese Verfahren bei gesunden Probanden als auch bei Patienten mit Cerebralparese vergleichbar eingesetzt werden können.

## Methode

Zwei Patienten mit Cerebralparese (GMFCS I-II) und zwei Probanden ohne gesundheitliche Einschränkungen wurden mit Markermodell der unteren Extremität beklebt (Abb. 1). Die Daten für die Berechnung auf Basis von Markern, markerlos sowie hybrid wurden zeitgleich mit einem 8 Kamera System (2,0MP@100Hz) der Firma SIMI aufgezeichnet. Die 3D Daten wurden mit der Software Simi Motion 3D (<0,1mm SD) aufgenommen, die Gelenkwinkel mit dem Modul Inverse Kinematik berechnet. Die Auswertung der Marker, markerlosen und hybriden Daten erfolgte in Simi Shape. Für das hybride Verfahren wurden einige zusätzliche Marker verwendet (Abb.2). Die Ergebnisse wurden anschließend mit dem Korrelationskoeffizienten nach Pearson miteinander verglichen.

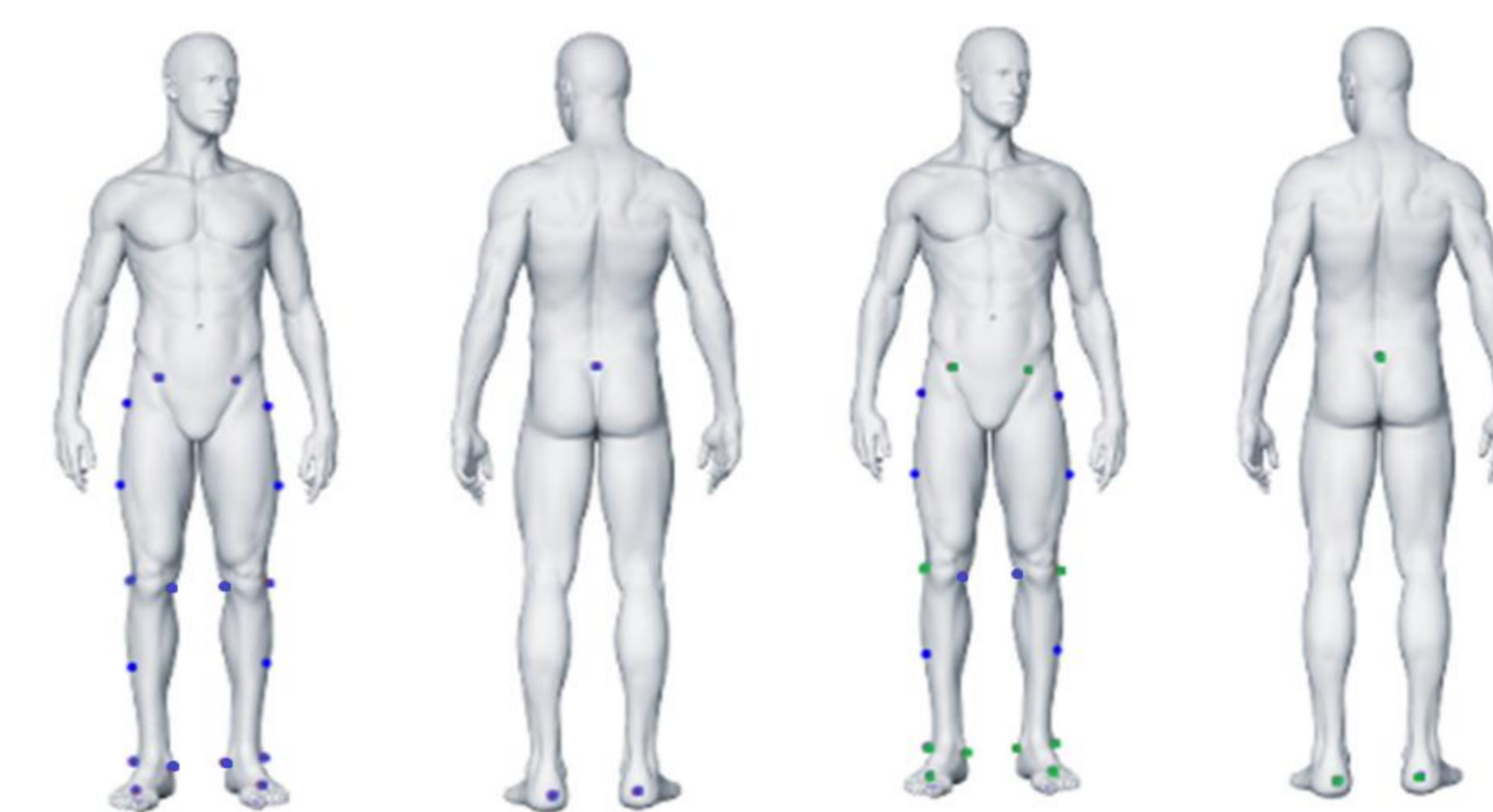


Abb. 1: Markermodell untere Extremität  
Abb. 2: Hybrid-Markermodell untere Extremität (grüne Marker)

## Ergebnisse

Ergebnisse  $\geq 0,9$  wurden als sehr gute Korrelationen definiert. Probleme bei reinem Silhouetten-Tracking treten dann auf, wenn sich bei der Segmentrotation die Erscheinung der Silhouette kaum ändert. Das Becken ändert seine Silhouette während eines Gangzyklus durch seine annähernd rotationssymmetrische Form kaum (Abb. 4). Auch eine Eversion/Inversion und Abduktion/Adduktion des Fußes kann rein markerlos nicht präzise getrackt werden. Mit hybriden Tracking in Simi Shape erhält man bis auf die Hüftrotation bei gesunden Probanden sehr gute Ergebnisse (Tab. 1) Die Hüftflexion/-extension und Knieflexion/-extension liefert bereits mit Silhouetten-Tracking sehr gute Ergebnisse (Abb. 3). Reines Silhouettentracking der Knieflexion/-extension liefert auch bei Patienten sehr gute Ergebnisse. Insgesamt sind die Ergebnisse der Patienten auf Grund der Hüftinnenrotation, verstärkten Kniebeugung und Vorfußerstkontakt mit markerlosem und hybridem Tracking tendenziell schlechter als bei gesunden Patienten (Tab. 2).

Tab. 1: Ergebnisse der Korrelation der gesunde Probanden; Korrelation  $\geq 0,9$  = grün  
Korrelation  $>0,7$ =gelb, Korrelation  $<0,7$ =rot

Gelenk	Bewegung	Markerlos		Hybrid	
		Korrelation		Korrelation	
		re	li	re	li
Hüfte	Flexion/Extension	0,98	0,98	1,0	1,0
	Abduktion/Adduktion	0,64	0,77	1,0	0,96
	Rotation	0,37	0,56	0,84	0,97
Knie	Flexion/Extension	1,0	0,99	1,0	1,0
Sprunggelenk	Plantar-/Dorsalflexion	0,9	0,88	0,98	0,98
	Eversion/Inversion	0,16	0,84	0,97	0,96
	Abduktion/Adduktion	0,69	0,56	0,95	0,97

Tab. 2: Ergebnisse der Korrelation der Patienten (re); Korrelation  $\geq 0,9$  = grün  
Korrelation  $>0,7$ =gelb, Korrelation  $<0,7$ =rot

Gelenk	Bewegung	Markerlos		Hybrid	
		Korrelation		Korrelation	
		re	li	re	li
Hüfte	Flexion/Extension	0,92	0,44	1,0	1,0
	Abduktion/Adduktion	-0,06	0,64	0,97	0,87
	Rotation	-0,35	0,32	0,73	0,95
Knie	Flexion/Extension	0,97	0,99	1,0	1,0
Sprunggelenk	Plantar-/Dorsalflexion	0,81	0,92	0,99	0,99
	Eversion/Inversion	0,77	0,56	0,88	0,97
	Abduktion/Adduktion	0,08	0,92	0,61	0,94

## Diskussion/ Fazit

Winkel bei denen sich die geometrische Form der anliegenden Segmente in ihrer Silhouette nicht wahrnehmbar verändern sind mit markerlosem Tracking nicht fehlerfrei zu erfassen. Für diese Winkel ist es notwendig zusätzliche Marker am Segment zu befestigen, um eine vergleichbare Genauigkeit in allen Parametern zu erreichen. Die Daten dieser Fallstudie zeigen, dass auch in Zukunft Marker nicht vollständig verzichtet werden kann, um hoch genaue Ergebnisse in allen Gelenkebenen zu erreichen. Es wird aber möglich sein die Zahl der Marker zu reduzieren und damit Zeit bei der Bemerkung einzusparen, sowie das Fehlerpotential durch falsche Platzierung zu verringern. Bei einfachen klinischen Fragestellungen ist schon jetzt ein rein markerloses System für die klinische Ganganalyse einsetzbar.

Abb. 3: Darstellung der sehr guten Korrelation von Knieextension/-flexion

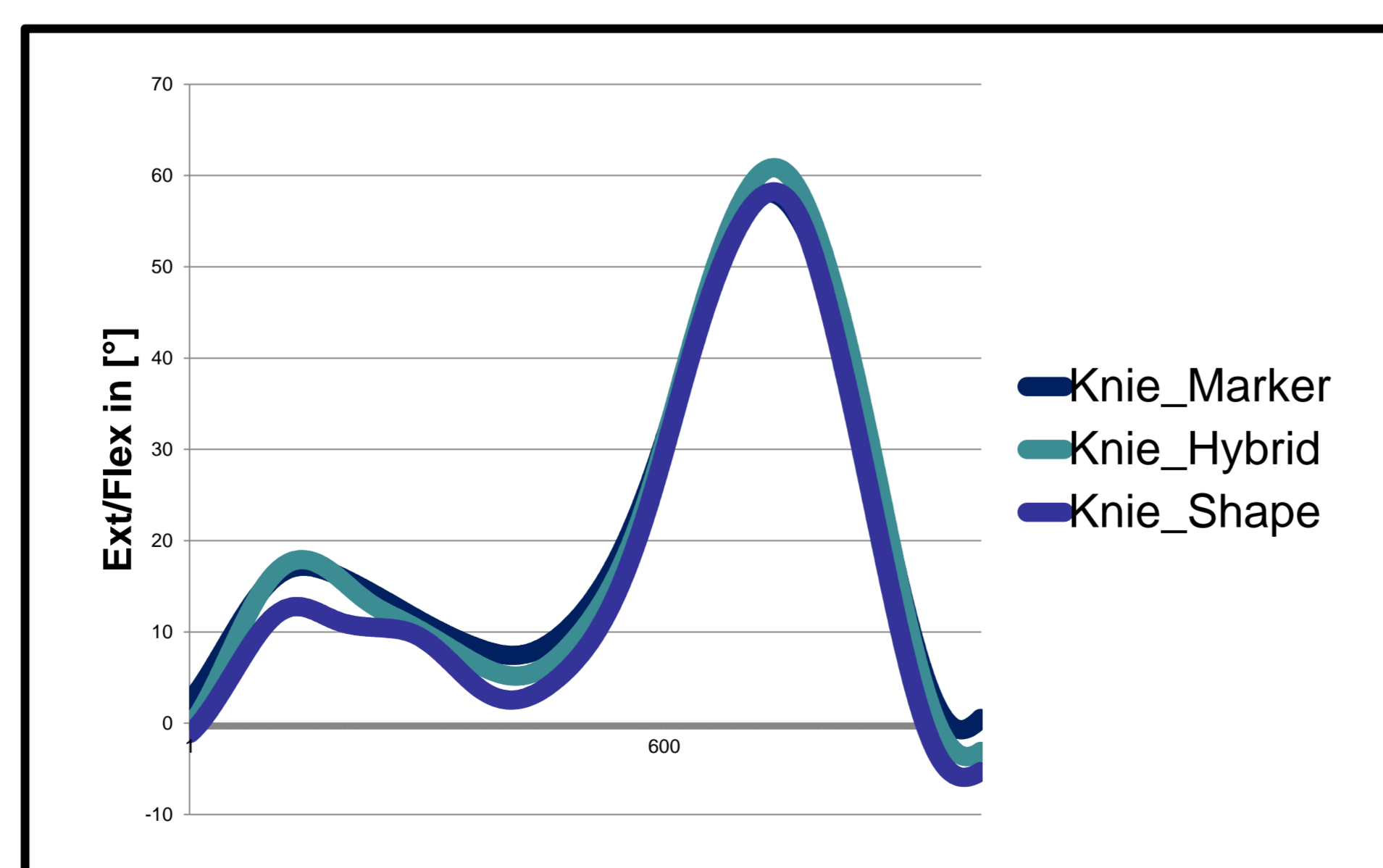
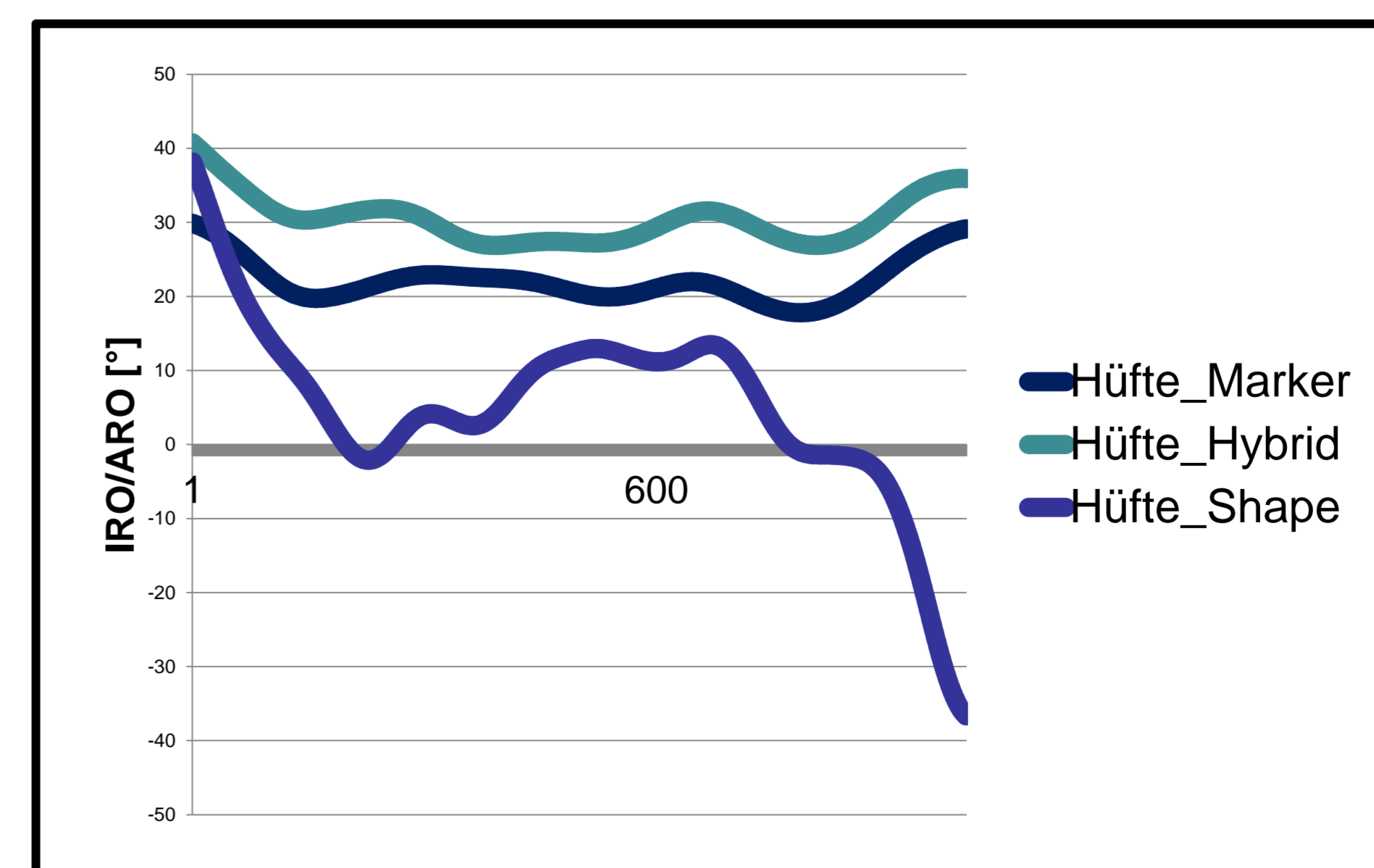


Abb. 4: Darstellung der schlechten Korrelation der Hüftrotation



## Korrespondenzadresse

Verena Hirschmann, Ganglabor, Krankenhaus Rummelsberg - ein Haus der Sana Kliniken AG  
Akademisches Lehrkrankenhaus der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg  
Rummelsberg 71, 90592 Schwarzenbruck, Tel.: 09128-50-48654, Email: verena.hirschmann@sana.de  
Homepage: www.krankenhaus-rummelsberg.de