



**Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**  
**Medizinische Fakultät Mannheim**  
**Dissertations-Kurzfassung**

**Methoden zur nicht-invasiven Bestimmung des Herzzeitvolumens**

Autor: Frederik Trinkmann  
Institut / Klinik: I. Medizinische Klinik  
Doktorvater: Prof. Dr. med. Jens J. Kaden

Das Herzzeitvolumen (HZV) ist ein wichtiger Parameter in der Diagnostik und Therapie kardialer Erkrankungen. Die Bestimmung im klinischen Alltag ist jedoch schwierig, da die aktuellen Standardmethoden entweder aufwändig und teuer (kardiale Magnetresonanztomographie [CMR]), invasiv (Thermodilution) oder untersucherabhängig (Echokardiographie) sind. Als momentan vielversprechendste nicht-invasive Ansätze zur Bestimmung des HZV haben sich die Verfahren der Inertgas-Rückatmung (IGR) sowie der continuous-wave Doppler (CWD) herausgestellt.

Zahlreiche Studien ergaben eine gute Übereinstimmung der mittels IGR ermittelten Messwerte mit dem klinischen Goldstandard der Thermodilution, der CWD zeigte unterschiedliche Ergebnisse. Thermodilutionsbasierte Verfahren weisen jedoch beim Vergleich mit der direkten Fick-Methode eine beträchtliche Abweichung auf. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war daher die ausführliche Evaluation von IGR und CWD in einem großen Patientenkollektiv anhand des nicht-invasiven Goldstandards CMR.

Sowohl IGR als auch CWD ermöglichen die zuverlässige, nicht-invasive Bestimmung des HZV. Beide Methoden weisen eine gute Reproduzierbarkeit auf und eignen sich zum Erkennen intraindividuelle hämodynamischer Veränderungen. Die vorliegenden Untersuchungen schließen das bisher größte, heterogenste Kollektiv ein und erlauben so eine ausgiebige Evaluation potentieller Fehlerquellen. Es zeigte sich ein Trend zur Unterschätzung des HZV bei hohen Werten, jedoch stellen extreme Kreislaufsituationen ein generelles Problem bei der Beurteilung neuer Messmethoden dar. Die Reproduzierbarkeit wurde durch hyperdynamie Kreislaufzustände nicht beeinflusst. Darüber hinaus ergab sich für die IGR bei Patienten mit pulmonalen Erkrankungen keine größere Abweichung, obgleich diese auf Grund des atmungsbasierten Messprinzips eine potentielle Fehlerquelle darstellen. Vorhofflimmern als eine der häufigsten Herzrhythmusstörungen war ebenfalls nicht mit einer größeren Abweichung assoziiert. Für den CWD konnten wir einen erhöhten BMI als mögliche Fehlerquelle identifizieren, die Messungen verliefen bei übergewichtigen Patienten seltener erfolgreich und zeigten eine schlechtere Übereinstimmung mit der CMR. Die Reproduzierbarkeit blieb jedoch unbeeinflusst, so dass Veränderungen des HZV bei Patienten mit erhöhtem BMI dennoch zuverlässig beurteilbar sind. Der Durchmesser des linksventrikulären Ausflusstraktes stellt einen weiteren Einflussfaktor dar. Jedoch führte die Neuberechnung des HZV mit den mittels CMR gemessenen Werten nicht zu einer signifikanten Verminderung des Bias im Vergleich zu den berechneten Durchmessern des CWD.

Für die Anwendung im klinischen Alltag erweist sich die IGR als schnelles Verfahren, das robust gegen Messfehler durch eine Vielzahl potentieller Begleiterkrankungen in kardiologischen Patientenkollektiven ist. Die Genauigkeit und Durchführung der Messung ist jedoch von der Mitarbeit des Patienten abhängig und das Verfahren ist derzeit nicht beim maschinell beatmeten Patienten einsetzbar. Im Gegensatz hierzu ermöglicht der CWD die Bestimmung kardialer Funktionsparameter auch bei fehlender Mitarbeitsfähigkeit, die Genauigkeit der Messung wird jedoch durch schlechte Schallbedingungen, Herzklappenerkrankungen sowie die Erfahrung des Untersuchers beeinflusst. Zwischen den beiden neuen, nicht-invasiven Verfahren fanden wir eine gute Übereinstimmung, so dass diese als austauschbar einzuschätzen sind.

Aus diesen Ergebnissen eröffnen sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten in der Diagnostik und Therapiesteuerung kardialer Erkrankungen. Die IGR könnte zudem eine gute Erweiterung bei der Belastungsdiagnostik mittels Spiroergometrie darstellen, während der CWD in der Notfallmedizin zu einer besseren Patientenversorgung beitragen könnte. Zur Klärung des Stellenwertes der beiden nicht-invasiven Methoden im klinischen Alltag sind weiterführende Untersuchungen erforderlich, insbesondere hinsichtlich klinischer Endpunkte sowie dem Vergleich mit etablierten Surrogatparametern zur Beurteilung der kardialen Funktion.