

# Elektronische Blutdruckmessung

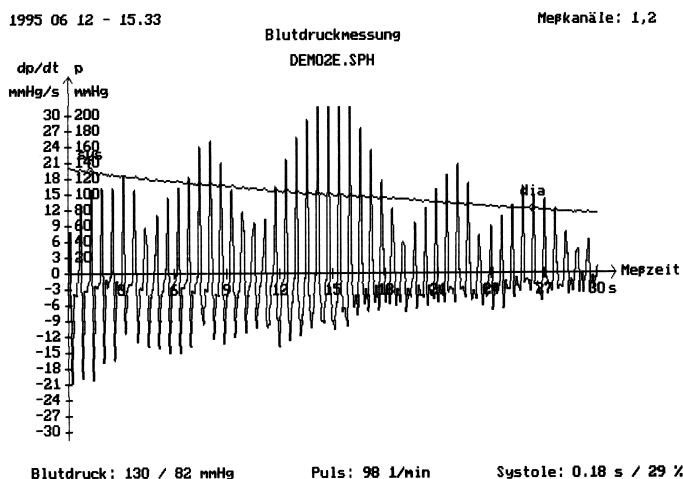
Vergleich des oszillometrischen Verfahrens mit der Methode von Riva-Rocci (RR)

Othmar Fischer, Markus Seidl

In den **PCNEWS-26** und im Sonderdruck SON 2 „Computerunterstützter Unterricht“ wurde über die elektronische Blutdruckmessung nach dem oszillometrischen Verfahren berichtet, bei dem die von der Systole in der Manschette hervorgerufene Druckänderung während des mit ca. 2 mmHg/s sinkenden Luftdrucks zum Beurteilen des systolischen und diastolischen Blutdrucks herangezogen wird. Im Gegensatz zu der von Riva-Rocci definierten Methode (abgekürzt: RR) handelt es sich meßtechnisch um ein objektives Verfahren, da die Messung keinem subjektiven Einfluß (Lage und Anpreßdruck des Stethoskops, Hörvermögen der messenden Person) unterliegt.

Den medizinischen Wert der grafischen Darstellung der Druckänderung in der Blutdruck-Manschette läßt sich aus dem **Bild 1** erkennen, das die Blutdruckmessung nach dem hier dargelegten Verfahren eines sich gesund fühlenden und vom Arzt außer einem grenzwertigen diastolischen Blutdruck sonst als gesund bezeichneten Probanden wiedergibt. Die Druckänderung weicht von dem sonst charakteristischen Verlauf gesunder Menschen erheblich ab; die kurzzeitigen Blutdruckschwankungen - vielleicht könnte das der erste Hinweis auf ein sich anbahnendes pathologisches Geschehen sein - führen meßtechnisch dazu, daß ein zu hoher diastolischer Blutdruck erkannt wird, da das Korotkoff-Geräusch schon bei höherem Manschettendruck aussetzt bzw. die Druckänderung in der Manschette zu gering ist, um als solche erkannt zu werden. Zeitlich verlaufende Kurven sind aussagekräftiger als nur die Angabe zweier Zahlenwerte, des systolischen und diastolischen Blutdrucks; zum Vergleich: ein EKG, der zeitliche Verlauf der Herzaktionspotentiale, liefert wesentlich mehr Informationen als die Angabe eines Zahlenwertes, des Pulses.

Vielleicht wäre es an der Zeit, daß EKG-Geräte mit diesem Blutdruck-Meßverfahren ausgestattet werden, da in ihnen Bildschirm und Kurvenschreiber bereits vorhanden sind.

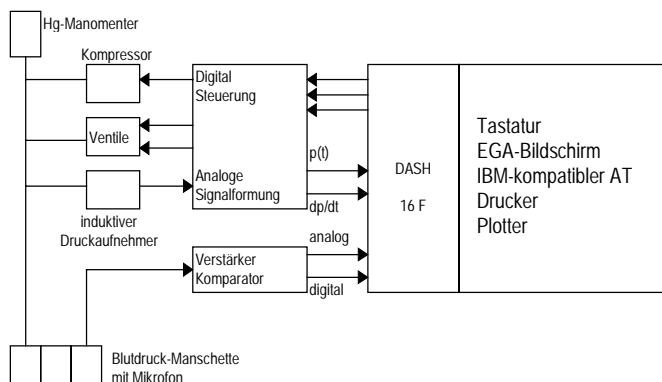


**Bild 1:** Zeitliche Druckänderung  $dp(t)/dt$  eines sich gesund fühlenden Probanden, bei dem die Druckänderung vom charakteristischen Verlauf gesunder Menschen abweicht

In der Literatur findet man den Hinweis, daß das oszillometrische Verfahren gegenüber der zuerst von Riva-Rocci eingeführten Methode einen bis 8 mmHg zu hohen systolischen und einen bis 18 mmHg zu hohen diastolischen Blutdruck ausweisen kann. Der Hauptgrund dürfte darin zu suchen sein, daß bei der Methode nach Riva-Rocci der Druck in der Manschette mit etwa 10 mmHg/s abgesenkt wird, beim oszillometrischen Verfahren der Genauigkeit wegen aber nur mit 2 mmHg/s bis 3 mmHg/s; dies führt zu einem längeren Blutstau in den Gefäßen. Es liegt daher nahe, den Blutdruck nach beiden Verfahren gleichzeitig zu erfassen, um beide Methoden vergleichen zu können. Unabhängig von den natürlich bedingten Blutdruckänderungen liefert eine unmittelbar folgende Messung wegen des vorhergegangenen Blutstaus vorwiegend einen zu hohen diastolischen Wert.

## Hardware

Die bestehende Hard- und Software zum elektronischen Messen des Blutdrucks nach dem oszillometrischen Verfahren wurde um die „Mikrofon-Methode“ ergänzt, bei der ein in die Blutdruck-Manschette eingearbeitetes Mikrofon das Korotkoff-Geräusch aufnimmt, das zum Festlegen des systolischen und diastolischen Blutdrucks herangezogen wird. Das **Bild 2** zeigt den erweiterten Labor-Aufbau.

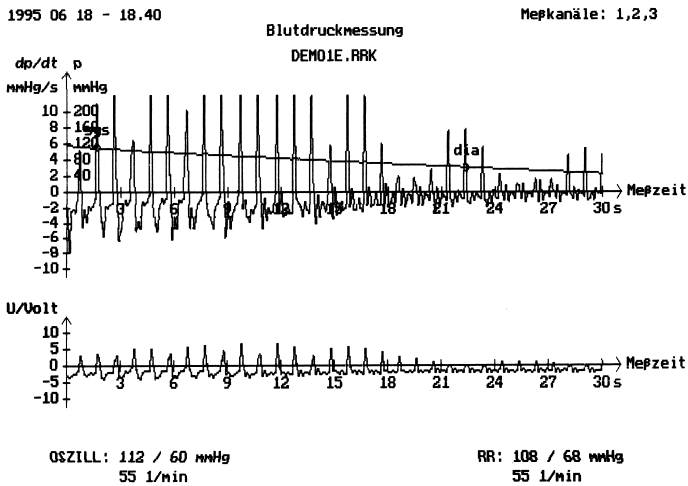


**Bild 2:** Labor-Aufbau zum gleichzeitigen elektronischen Messen des Blutdruckes nach dem oszillometrischen Verfahren und nach der Methode von Riva-Rocci (RR)

Das Quecksilber-Manometer dient in Verbindung mit einem Stethoskop zum gleichzeitigen Erfassen des systolischen und diastolischen Blutdrucks durch Abhören des Korotkoff-Geräusches in der Ellenbogenbeuge. Anstelle des in die Blutdruck-Manschette eingefügten Mikrofons kann ein elektronisches Stethoskop an den Verstärker angeschlossen werden. Der systolische und diastolische Blutdruck läßt sich sowohl nach dem oszillometrischen Verfahren als auch aus dem analog verstärkten Korotkoff-Geräusch durch Software-Algorithmen oder aus den von einem Komparator mit veränderbarer Schwelle zu TTL-Impulsen umgeformten Korotkoff-Geräusch festlegen.

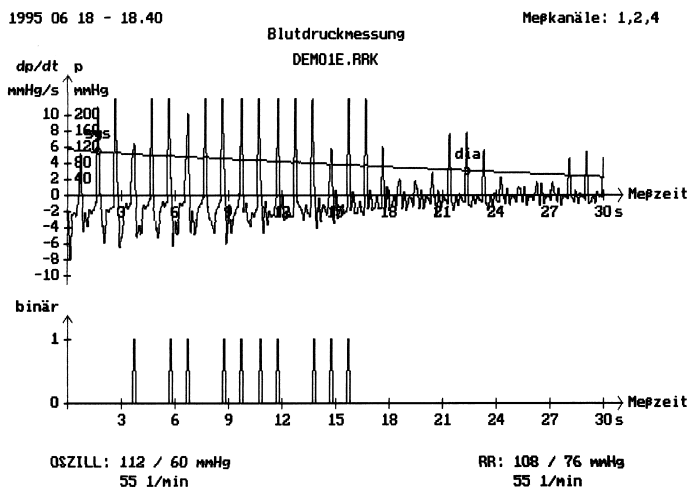
## Meßvorgang

Nach dem Konfigurieren des Meßsystems und der Druckvorwahl wird die angelegte Manschette auf den vorgewählten Druck aufgepumpt. Eine Strömungsdrösel läßt den Druck in der Manschette mit 2 mmHg/s bis 3 mmHg/s stetig absinken. Der Personalcomputer erfaßt den Druck  $p(t)$  in der Manschette, die von der Systole verursachte Druckänderung  $dp(t)/dt$  sowie das Korotkoff-Geräusch und stellt diese Vorgänge in Echtzeitverarbeitung am Bildschirm grafisch dar - **Bild 3**.



**Bild 3:** Zeitlicher Verlauf des Druckes  $p(t)$  und der Druckänderung  $dp(t)/dt$  in der Blutdruck-Manschette mit analoger Darstellung des Korotkoff-Geräusches

Das **Bild 4** gibt dieselbe Blutdruckmessung wieder, nur wird im unteren Teil das Korotkoff-Geräusch als TTL-kompatible Impulse veranschaulicht, die von einem Komparator mit veränderbarer Schwelle aus dem Analogsignal gewonnen werden. Dem Bild 4 ist zu entnehmen, daß die Komparator-Schwelle etwas zu hoch eingestellt ist; dies gibt einen zu niedrigen systolischen und einen zu hohen diastolischen Wert an.



**Bild 4:** Zeitlicher Verlauf des Druckes  $p(t)$  und der Druckänderung  $dp(t)/dt$  in der Blutdruck-Manschette mit digitaler Darstellung des Korotkoff-Geräusches

Die Algorithmen zum Bestimmen des systolischen und diastolischen Blutdrucks sowie des Pulses aus der Druckänderung in der Manschette und aus dem analog dargestellten Korotkoff-Geräusch wurden so erarbeitet, daß den Abweichungen der Zahlenwerte von dem mit der RR-Methode - Abhören des Korotkoff-Geräusches in der Ellenbogenbeuge mit dem Stethoskop - keine medizinische Bedeutung zukommt.

## Software

Nach dem Start des Programms „Blutdruckmessung“ erscheint das Programmlogo und das Hauptmenue, aus dem eine Hilfe aufgerufen, die Meßumgebung konfiguriert und die Messung angefordert werden kann. Das Hauptmenue und das zugehörige Untermenue „Messung“ veranschaulicht das **Bild 5**.

### Hauptmenue

F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	ESC
Hilfe	Konfig.	Messung					Quit

### Untermenue "Messung"

F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	ESC
Messen	Speich.	Laden	Korr.	Cursor	Text	Drucken	Quit

**Bild 5:** Menuestruktur der Software "Blutdruckmessung"

Mit der Funktionstaste „Hilfe“ erhält man kurze Hinweise zum Anwenden des Programms und zum richtigen Konfigurieren des Meßsystems.

Im Untermenue „Konfigurieren“ sind die Anschlüsse für die Analog-Eingänge (Druck und Druckänderung, Korotkoff-Geräusch in analoger und digitaler Form) und die Digital-Ausgänge zum Steuern des Kompressors, des Druckminder- und des Druckablaß-Magnetventils anzugeben. Für den Druck  $p(t)$  in der Manschette wird eine Skalierung von 200 mmHg  $\cong$  +10,0 V vorausgesetzt; die Skalierung der Druckänderung  $dp(t)/dt$  beträgt +10 mmHg/s  $\cong$  +10,0 V, +20 mmHg/s  $\cong$  +10,0 V oder +30 mmHg/s  $\cong$  +10,0 V und ist hardwaremäßig einstellbar und softwaremäßig wählbar. An Meßzeiten stehen 15 s, 20 s, 25 s und 30 s zur Verfügung. Das Ausgabegerät kann ein Standard-Farbmatrixdrucker (Fujitsu DL 2600) oder der Plotter HP 7475A sein.

Die Funktionstaste „Messung“ führt in das gleichnamige Untermenue. Nach dem Betätigen der Funktionstaste „Messen“ wird die Manschette auf den angegebenen Druck aufgepumpt; letzterer kann auch mit einem Blutdruckmesser oder manuell herbeigeführt werden. Beim Erreichen des gewählten Manscheten-Drucks läßt das Druckminderventil den Manschetten-Druck stetig absinken. Der Personalcomputer erfaßt den Druck  $p(t)$ , die Druckänderung  $dp(t)/dt$  und das Korotkoff-Geräusch, stellt diese Vorgänge am Bildschirm grafisch dar und ermittelt nach Ablauf der vorgegebenen Meßzeit den systolischen und diastolischen Blutdruck gemäß des oszillometrischen Verfahrens sowie nach der Methode von Riva-Rocci und gibt den Puls an.

Mit der Taste „A“ wird die analoge und mit der Taste „D“ die digitale Darstellung des Korotkoff-Geräusches am Bildschirm sichtbar gemacht. Bei digitaler Wiedergabe des Korotkoff-Geräusches findet der Personalcomputer die Blutdruckwerte aus dem Auftreten bzw. Verschwinden der logischen Eins, das hardwaremäßig von der Komparator-Schwelle abhängt und softwaremäßig nicht beeinflussbar ist.

Mit der Funktionstaste „Korr.“ wird die vom Druckminderventil verursachte Druckänderung durch die Software eliminiert.

Die Funktionstaste „Cursor“ gibt die Möglichkeit, einen Cursor über die Diagramme zu führen, wobei die jeweiligen Werte am Bildschirm angezeigt und mit der zugeordneten Funktionstaste einer Textdatei zugefügt werden. Die aufgenommenen Dateien können mit einem Text bis zu 20 Bildschirmzeilen versehen, gespeichert und geladen sowie vierfarbig über einen Standard-Farbmatrixdrucker (Fujitsu DL 2600, NEC P 60) oder Plotter (HP 7475 A) ausgegeben werden.

## Literatur

Elektronische Blutdruckmessung, Othmar Fischer und Markus Seidl, **PCNEWS**-26, Seite 41

Computerunterstützter Unterricht, Othmar Fischer und Markus Seidl, **PCNEWS**-SON 2, mit den Kapiteln: Computerunterstützte Laborübungen Datenanalyse, ADC-DAC-Test, Digitalspeicheroszilloskop, Analoge Integration, Computergeführtes Messen mit Dehnungsmeßstreifen, Uroflowmetrie, Elektronische Blutdruckmessung, EKG und PKG, Messen der Dosisleistung, Vielkanal - Impulsanalysator, NUKLEAR-ENERGIE eine irreversible Zerstörung, Sphygmomanometrie □