

Prof. Dr. med. Erik Wetterer: Pionier der Kreislaufforschung und Messtechnik

Jochen D Schipke

Einleitung

Prof. Dr. med. Erik Wetterer (1909–1990) zählt zu den herausragenden Physiologen des 20. Jahrhunderts, die das Verständnis der Herz- und Kreislauffunktion wesentlich geprägt haben. Mit seinen bahnbrechenden Entwicklungen der Kreislaufmesstechnik sowie theoretischen Arbeiten zur Dynamik des arteriellen Pulses legte er Grundlagen, die bis heute in Forschung und Klinik nachwirken. Dieser Beitrag würdigt das Lebenswerk Wetterers, seine wissenschaftlichen Leistungen und die nachhaltige Bedeutung seiner Innovationen.



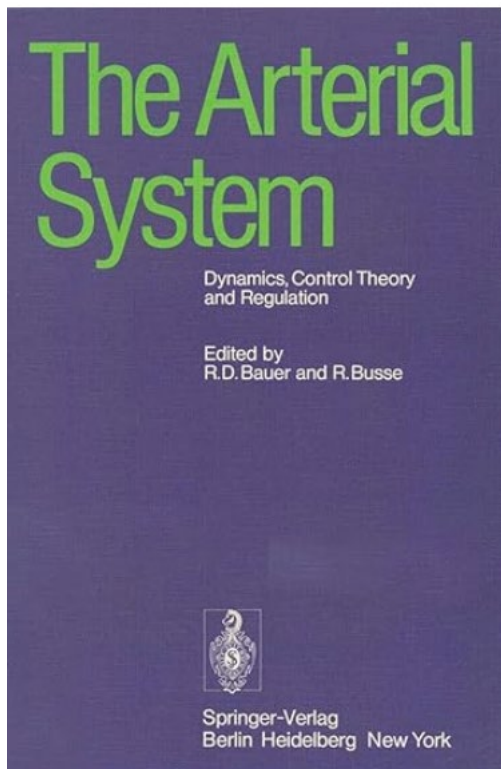
Prof. Erik Wetterer
(1909 – 1990)

Lebenslauf und akademischer Werdegang

Erik Wetterer wurde am 25. Januar 1909 in Mannheim geboren. Er studierte Medizin an den Universitäten Heidelberg und München. und trat noch als Student am 1. Mai 1933 in die NSDAP ein, gleichzeitig in die SS, der er aber offenbar nur bis 1934 angehörte.

Ab 1934 war er Assistent bei Philipp Broemser an der Ludwig-Maximilian-Universität in München. 1935 promovierte er mit der Dissertation „Versuche zur Kreislaufdynamik“. Vier Jahre später habilitierte er sich mit einer Arbeit über „Quantitative Beziehungen zwischen Stromstärke und Druck im natürlichen Kreislauf bei zeitlich variabler Elastizität des arteriellen Windkessels“. Nach wissenschaftlicher Tätigkeit als Assistent an der Universität München übernahm er 1940 eine Lehrtätigkeit in

Physik für Zahnmediziner. 1964 wurde Wetterer zum Professor für Physiologie an der Universität Erlangen berufen.



1973/74 war Wetterer Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie. 1977 fand ein Symposium zu seinen Ehren statt. Die Festschrift erschien 1978 im Springer-Verlag: *The arterial system: dynamics, control theory and regulation*.

Ebenfalls 1977 wurde Wetterer Ehrenmitglied der Deutschen Physiologische Gesellschaft, 1982 erhielt er die Carl-Ludwig-Ehrenmedaille der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie und 1983 wurde er Ehrenmitglied der Österreichischen Gesellschaft für Biomedizinische Technik.

Festschrift mit Beiträgen von einem Symposium, welches 1977 zu Ehren von Prof. Wetterer in Erlangen abgehalten wurde.

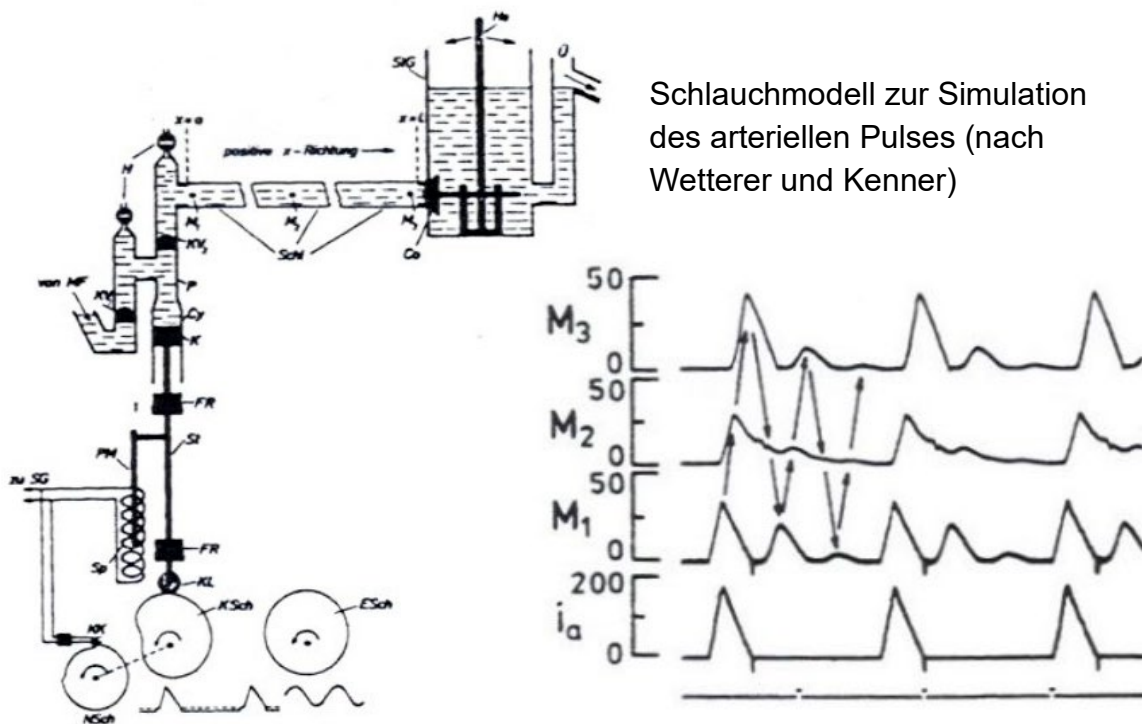
Wissenschaftliche Beiträge und Innovationen

Induktions-Tachograph. Wetterer zählt zu den Pionieren der kardiovaskulären Messtechnik. Im Jahr 1937 konstruierte er das elektromagnetische Flowmeter, auch „Induktions-Tachograph“ genannt. Diese Erfindung basierte auf dem Prinzip der strömungsbedingten Induktion elektrischer Spannung in einem Magnetfeld, was eine berührungslose und präzise Messung des Blutflusses ohne Öffnung des Gefäßes erlaubte. Diese Methode setzte neue Maßstäbe der Kreislaufdiagnostik und findet Anwendung bis heute.

Kathetertipmanometer. Eine weitere bedeutende Erfindung Wetterers war das Kathetertipmanometer, das er bereits 1943 entwickelte und publizierte. Dieses miniaturisierte Manometer ermöglichte erstmals eine verzerrungsfreie und hochpräzise Direktmessung von Blutdruck-verläufen an der Spitze von

Herzkathetern, ein Verfahren, das seit Jahrzehnten Standard in der kardiologischen Diagnostik ist.

Schlauchmodell. Die Schlauchmodelle von Kenner und Wetterer sind in der Kreislaufphysiologie sehr wertvoll, da sie eine anschauliche und physikalisch fundierte Nachbildung des arteriellen Pulses und des gesamten Blutkreislaufs ermöglichen. Diese Modelle dienen als mechanische und elektrische Analogien des Herz-Kreislaufsystems und erlauben es, komplexe hämodynamische Prozesse experimentell und theoretisch nachzuvollziehen.



Links: Ein Kolben (K) dient als Herz und wird über Steuerscheiben (KSch) bewegt. Ein Gummischlauch übernimmt die Funktion der elastischen Arterien; der periphere Gefäßwiderstand wird durch einen verstellbaren Konus (Co) dargestellt. Der Druckverlauf im arteriellen System kann über drei Manometer (M1), (M2) und (M3) verfolgt werden.

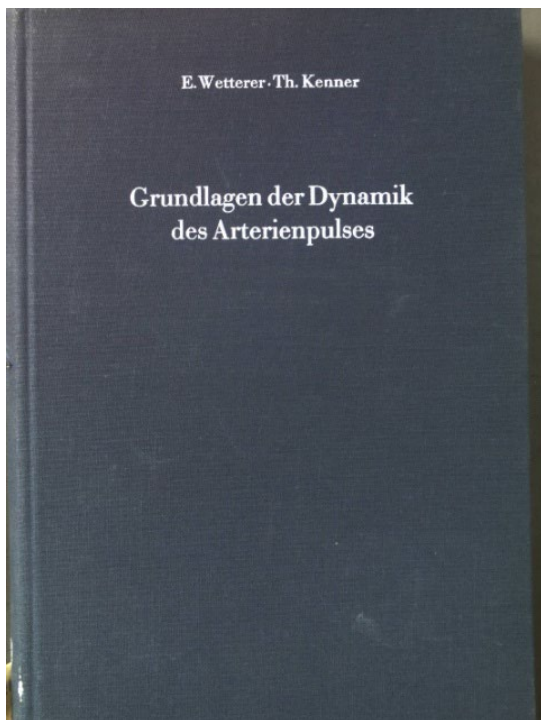
Rechts: Stromstärke und Druckverläufe an den drei Manometern des Modells. Die Pfeile deuten die Ausbreitung und Reflexion, die durch das erste Schlagvolumen erzeugten Druckwelle an.

Das Schlauchmodell besteht typischerweise aus einem Kolben, der die Herzfunktion simuliert, und Schläuchen bzw. Gefäßsektionen, die den Gefäßwiderstand und die Elastizität der Gefäße abbilden. Es zeigt wichtige Kreislaufphänomene wie Windkesselfunktion, Druck- und Volumenänderungen und die Wechselwirkung zwischen

Herz und Gefäßen. Dadurch trägt das Modell zum besseren Verständnis von Pulswellen, Strömungswiderständen und Druckamplituden bei.

Solche Modelle sind besonders für die Lehre und Forschung wertvoll, da sie physiologische Abläufe greifbar machen und die theoretische Grundlage für weitere Simulationen und klinische Anwendungen liefern. Die Nachbildung hilft zudem, pathophysiologische Veränderungen wie Arteriosklerose zu untersuchen.

Theoretische Arbeiten und Publikationen



Neben technischen Innovationen leistete Wetterer fundamentale Beiträge zur theoretischen Beschreibung der Blutströmung und Pulsdynamik. Seine Habilitationsschrift von 1939 veränderte die Sichtweise auf den arteriellen Windkessel, indem sie die Wellendynamik und zeitliche Elastizitätsveränderungen in den Fokus rückte.

Gemeinsam mit Prof. Thomas Kenner publizierte er 1968 das Lehrbuch „Grundlagen der Dynamik des Arterienpulses“, das bis heute als

Standardwerk gilt. Darin wird die komplexe Wechselwirkung von Herz und arteriellem System mathematisch und physikalisch fundiert dargestellt.

Gesellschaftliche und wissenschaftliche Funktionen

Wetterer war nicht nur Forscher und Entwickler, sondern auch engagierter Wissenschaftsorganisator. Als Vorsitzender der DGK förderte er den Austausch zwischen klinischer Kardiologie und experimenteller Forschung. Im Jahr 1977 wurde ihm eine Festschrift gewidmet, die im Springer-Verlag veröffentlicht wurde („The arterial system: dynamics, control theory and regulation“). Anlässlich seines langjährigen Wirkens wurde er 1977 Ehrenmitglied der Deutschen Physiologischen Gesellschaft und erhielt Ehrungen, die sein Lebenswerk würdigten.

Nachhaltige wissenschaftliche Wirkung

Trotz seines Todes 1990 werden Wetterers Arbeiten weiterhin zitiert und bilden eine Grundlage für aktuelle Entwicklungen in der kardiovaskulären Diagnostik und Forschung. Seine Erfindung des elektromagnetischen Flowmeters und das Kathetertipmanometer gelten als Meilensteine der Medizintechnik. Der Einfluss seiner theoretischen Modellierungen prägt moderne Ansätze zur Analyse von Pulswellen und Blutstromdynamik bis heute. Dieser nachhaltige Einfluss zeigt sich auch im h-Index von 8, der Zitationen aus den Jahrzehnten nach 1970 widerspiegelt.

Persönliche Aspekte und Lebensumfeld

Wetterer galt als bescheidener und zugleich visionärer Wissenschaftler, der pragmatisch und lösungsorientiert arbeitete. Er war familiär gebunden und pflegte zu seiner Frau Erna eine lebenslange Partnerschaft. Sein wissenschaftliches Lebenswerk spiegelt eine Verbindung von technischer Innovation, theoretischer Tiefe und gesellschaftlichem Engagement wider.

Fazit

Prof. Dr. med. Erik Wetterer war ein herausragender Forscher, der mit seinen Entwicklungen und theoretischen Arbeiten das Verständnis und die Diagnostik des Herz-Kreislauf-Systems maßgeblich voranbrachte. Seine Messgeräte und Konzepte sind bis heute integraler Bestandteil kardiologischer Forschung und klinischer Praxis. Dieser Beitrag würdigt seine Leistungen in angemessener Tiefe und verdeutlicht seinen bleibenden Einfluss auf das Fachgebiet der Physiologie und Medizin.

Literatur von Erik Wetterer

Busse R, Bauer RD, Schabert A, Summa Y, Bumm P, Wetterer E.	The mechanical properties of exposed human common carotid arteries in vivo. Basic Res Cardiol. 1979 Sep-Oct;74(5):545-54. doi: 10.1007/BF01907647. PMID: 526259
Bauer RD, Busse R, Schabert A, Summa Y, Wetterer E	Separate determination of the pulsatile elastic and viscous forces developed in the arterial wall in vivo. Pflugers Arch. 1979 Jul;380(3):221-6. doi: 10.1007/BF00582900. PMID: 573462.
Busse R, Bauer RD, Schabert A, Summa Y, Wetterer E	An improved method for the determination of the pulse transmission characteristics of arteries in vivo. Circ Res. 1979 May;44(5):630-6. doi: 10.1161/01.res.44.5.630. PMID: 428058.
Busse R, Bauer RD, Schabert A, Summa Y, Zinecker U, Wetterer E	Die Prinzipien der Entstehung der Druck- und Strompulsformen in der A. carotis communis des Menschen [Principles of the genesis of pressure and flow pulse contours of the human carotid artery (author's transl)]. Basic Res Cardiol. 1977 Nov-Dec;72(6):611-8. German. doi: 10.1007/BF01907041. PMID: 607930.
Wetterer E, Busse R, Bauer RD, Schabert A, Summa Y.	Photoelectric device for contact-free recording of the diameters of exposed arteries in situ. Pflugers Arch. 1977 Mar 11;368(1-2):149-52. doi: 10.1007/BF01063468. PMID: 558587.
Busse R, Bauer RD, Schabert A, Summa Y, Zinecker U, Wetterer E.	Die Entstehung der Druck- und Strompulsformen in der A. carotis communis des Menschen [Development of pressure and flow pulse forms in the human common carotid artery]. Verh Dtsch Ges Kreislaufforsch. 1977;43:334-5. German. PMID: 613638.
Bauer RD, Busse R, Schabert A, Summa Y, Wetterer E	Methoden der Blutströmungsmessung in Physiologie und Klinik [Methods of blood-flow measurement in physiology and clinical medicine]. Wien Med Wochenschr. 1976 Apr 30;126(18-2):255-60. German. PMID: 973392
Busse R, Wetterer E, Bauer RD, Pasch T, Summa Y.	The genesis of the pulse contours of the distal leg arteries in man. Pflugers Arch. 1975 Oct 16;360(1):63-79. doi: 10.1007/BF00584327. PMID: 1237866.
Bauer RD, Pasch T, Wetterer E.	Theoretical studies on the human arterial pressure and flow pulse by means of non-uniform tube model. J Biomech. 1973

	May;6(3):289-98. doi: 10.1016/0021-9290(73)90051-1. PMID: 4706939.
Busse R, Bauer RD, Körner H, Pasch T, Sperling W, Wetterer E.	Der Einfluss der reaktiven Hyperämie auf die Form der arteriellen Druck- und Strompulse der unteren Extremitäten des Menschen [Effect of reactive hyperemia on the form of arterial pressure and flow impulses in the lower extremities in man]. Verh Dtsch Ges Kreislaufforsch. 1973;39:228-33. German. PMID: 4785934.
Wetterer E.	Oszillationen im Blutdruckmanometer [Oscillations in blood pressure manometry]. Dtsch Med Wochenschr. 1971 Sep 24;96(39):1543. German. PMID: 5093336.
Pasch T, Bauer RD, Grube FO, Wetterer E	Erfahrungen mit einem Ultraschall-Doppler-Messgerät zur transkutanen Registrierung der Blutströmungsgeschwindigkeit am Menschen [Experiences with the ultrasonic-Doppler-measuring device for transcutaneous registration of blood flow velocity in man]. Verh Dtsch Ges Kreislaufforsch. 1971;37:370-6. German. PMID: 5141008.
Bauer RD, Pasch T, Wetterer E.	Neuere Untersuchungen zur Entstehung der Pulsformen in grossen Arterien des Menschen [New studies on the development of pulse forms in the major arteries in man]. Verh Dtsch Ges Kreislaufforsch. 1970;36:330-6. German. PMID: 5533567.
Bauer RD, Pasch T, Wetterer E	Beitrag zur Form des menschlichen Femoralispulses [Contour of the human femoral pulse]. Pflugers Arch. 1969;312(1):R43-4. German. PMID: 5390253.
Hertlein E, Wetterer E.	Neue Untersuchungen über die Entstehungsbedingungen der arteriellen Grundschwingung [New studies on the conditions for development of the basal oscillation of the arterial pulse]. Pflugers Arch. 1969;312(1):R43. German. PMID: 5390252.
Kenner T, Wetterer E.	Experimentelle Untersuchungen an einem Schlauchmodell, dessen Wellenwiderstand peripherwärts kontinuierlich zunimmt [Experimental studies on a tube model of impedance continuously increased toward the periphery]. Pflugers Arch Gesamte Physiol Menschen Tiere. 1967;295(2):99-118. German. PMID: 5239472.
Kenner T, Wetterer E, Priebe L, Schlüssel H, Schulte M.	Zur Phasenbeziehung zwischen den Pulsationen des Drucks und des Querschnitts von Arterien. Zugleich eine Stellungnahme zu der Veröffentlichung von L. Priebe, H. Schlüssel und M. Schulte, "Hämorrheologische Betrachtungen zur Rheographie" [The phase relations between pressure pulsations and the cross-

	section of arteries. With a discussion of the paper of L. Priebe, H. Schlüssel and M. Schulte, "Hemorheologic observations on rheography"]. Arch Kreislaufforsch. 1966 Oct;51(1):160-7. German. PMID: 5917114.
KENNER T, WALDHAUSL W, WETTERER E.	MODELLVERSUCHE ZUM VERHALTEN DES BLUTDRUCKS IM BEREICH VON STENOSEN [MODEL STUDIES ON THE BEHAVIOR OF THE BLOOD PRESSURE IN STENOSIS]. Z Kreislaufforsch. 1965 Apr;54:335-45. German. PMID: 14308656.
KENNER T, WETTERER E.	STUDIE UEBER DIE VERSCHIEDENEN DEFINITIONEN DES ELASTIZITAETSMODULS IN DER HAEMODYNAMIK [STUDY ON DIFFERENT DEFINITIONS OF THE ELASTICITY MODULE IN HEMODYNAMICS]. Z Biol. 1963 Sep;114:11-24. German. PMID: 14088626.
WETTERER E.	A critical appraisal of methods of blood flow determination in animals and man. Ire Trans Biomed Electron. 1962 Apr;BME-9:165-73. doi: 10.1109/tbmel.1962.4322985. PMID: 14006386.
KENNER T, WETTERER E.	[On the theory of the individual vibrations of 2-part tube models. A contribution to the origin of basic arterial pulsation]. Pflugers Arch Gesamte Physiol Menschen Tiere. 1962;275:614-27. German. PMID: 14031966.
KENNER T, WETTERER E.	[Experimental studies on pulse forms and individual vibrations of 2-part tube models]. Pflugers Arch Gesamte Physiol Menschen Tiere. 1962;275:594-613. German. PMID: 14031965.
WETTERER E.	[Transistors as cathode resistors in push-pull- and differential amplifiers for electrophysiological purposes]. Z Biol. 1960 Aug;112:85-103. German. PMID: 13784658.
WETTERER E.	[Otto F. Ranke]. Klin Wochenschr. 1960 Apr 15;38:414-5. German. doi: 10.1007/BF01483478. PMID: 13844210.
WETTERER E	[A freely movable dynamometer with electrical transmission of data]. Z Biol. 1960 Mar;111:336-41. German. PMID: 13844209.
WETTERER E, BADER H.	[On the difference between phase and signal velocity in the determination of the wave length of static undulating waves]. Pflugers Arch Gesamte Physiol Menschen Tiere. 1959;270:41-2. German. PMID: 13844208.

WETTERER E.	Die Wirkung der Herztätigkeit auf die Dynamik des Arteriensystems [Effect of heart activity on dynamics of arterial system]. Verh Dtsch Ges Kreislaufforsch. 1956;22:26-60. German. PMID: 13422808.
EULER HE, WETTERER E, PIEPER H, KORTH C, SCHMIDT J	Die Druckregistrierung in der Arteria pulmonalis des Menschen mittels endoskopischer Punktion [The recording of pressure in the pulmonary artery in man by means of endoscopic puncture]. Z Kreislaufforsch. 1954 Oct;43(19-20):692-9. German. PMID: 13227236.
WETTERER E.	Flow and pressure in the arterial system, their hemodynamic relationship, and the principles of their measurement. Minn Med. 1954 Feb;37(2):77-86; passim. PMID: 13132703.
WETTERER E, PIEPER H.	Über die Gesamtelastizität des arteriellen Windkessels und ein experimentelles Verfahren zu ihrer Bestimmung am lebenden Tier [Total elasticity of arterial air chamber and its determination by an experimental method in living animal]. Z Biol. 1953;106(1):23-57. Undetermined Language. PMID: 13103205.
WETTERER E, PIEPER H.	Eine neue manometrische Sonde mit elektrischer Transmission [A new manometric probe with electrical transmission]. Z Biol. 1952;105(1):49-65. Undetermined Language. PMID: 14951424.
PIEPER H, WETTERER E.	Strompendel für elektrische Registrierung der Blutströmungsgeschwindigkeit. I [Pendulum for electrical registration of speed of blood flow. I]. Z Biol. 1952;105(3):214-23. Undetermined Language. PMID: 13006599.