



ISOBARE MESSUNG DER ADSORPTIONSKINETIK AN PORÖSEN MATERIALIEN FÜR WÄRMETRANSFORMATIONSANWENDUNGEN

Christian Teicht, Sandra Pappert, Wilhelm Eckl, Peter Elsner

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Joseph-von-Fraunhofer-Str. 7, 76327 Pfinztal, Germany

Kontakt: christian.teicht@ict.fraunhofer.de

MOTIVATION

Ziel bei der Entwicklung neuer Adsorptionskältemaschinen und -Wärmepumpen sind in der Regel kompakte und energieeffiziente Systeme. Dies erfordert einerseits die Entwicklung neuer Adsorbentien, wie z.B. neuen Metal Organic Frameworks (MOFs), andererseits auch Konzepte für deren Integration in Adsorptionswärmepumpen. Im Produktentwicklungszyklus sind hierfür Tests auf unterschiedlichen Größenskalen, bezogen auf die Adsorbensmasse, üblich (vgl. Abb. 1).

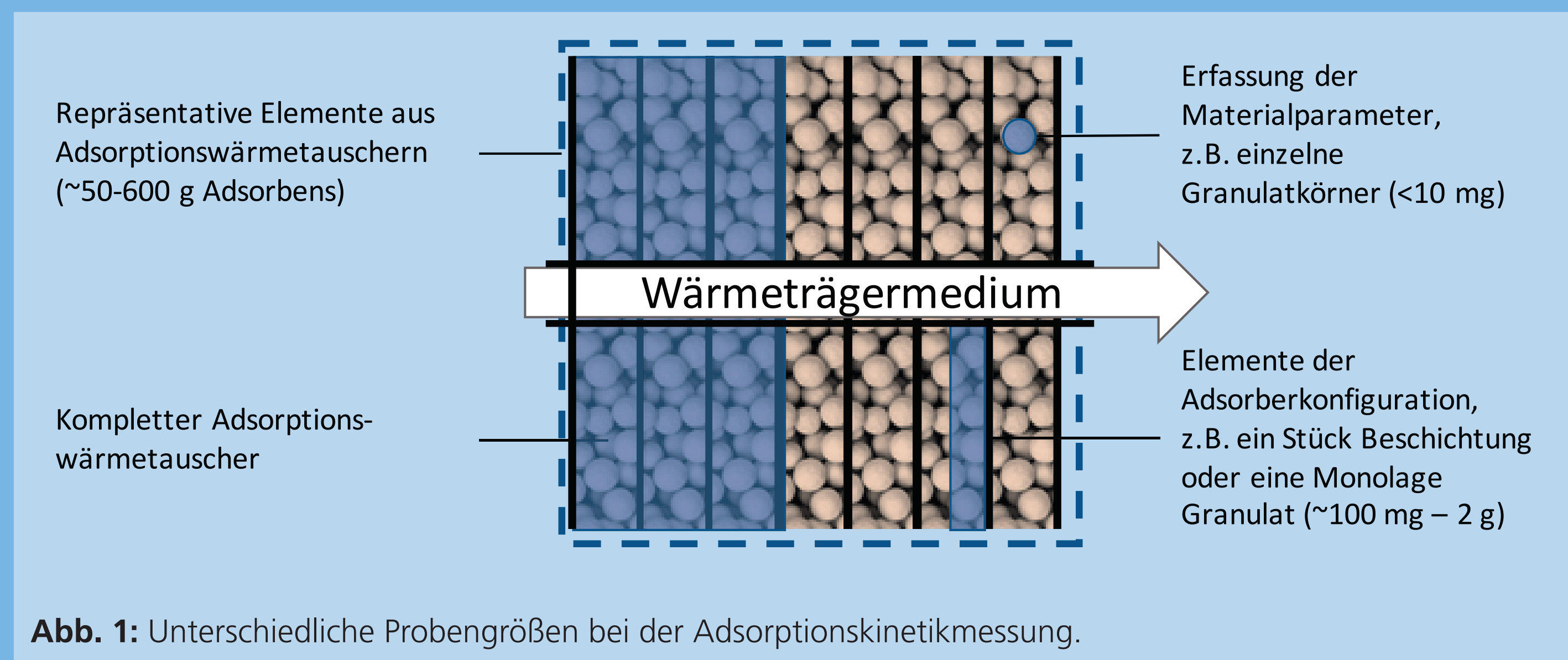


Abb. 1: Unterschiedliche Probengrößen bei der Adsorptionskinetikmessung.

STAND DER TECHNIK

Direkten Aufschluss auf die mögliche Kühlleistung einer Adsorberkonfiguration ermöglicht die von Aristov et al [1] eingeführte Temperatursprungmethode („Large Temperature Jump“, LTJ), die den durch einen Temperatursprung initiierten Adsorptionsprozess der realen Kältemaschine nachbildet. Bisher werden überwiegend kanonische [1], kalorische [2], gravimetrische [3] oder durchflussbasierte Messprinzipien [4] eingesetzt, die isobare Messbedingungen nicht oder nur in einem bestimmten Größen- oder Leistungsbereich der Probe ermöglichen (vgl. Abb. 2).

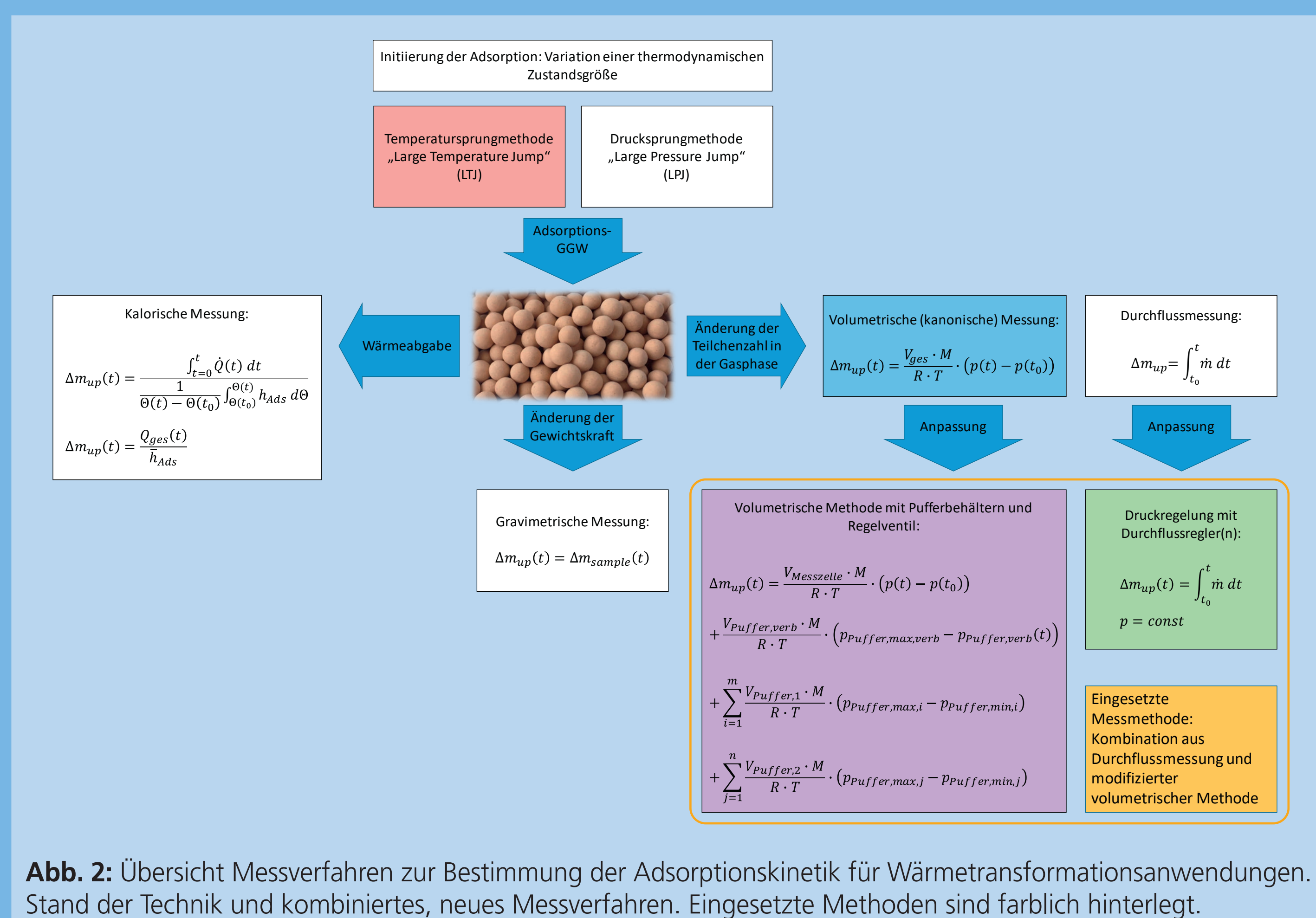


Abb. 2: Übersicht Messverfahren zur Bestimmung der Adsorptionskinetik für Wärmetransformationsanwendungen. Stand der Technik und kombiniertes, neues Messverfahren. Eingesetzte Methoden sind farblich hinterlegt.

EXPERIMENTELLE VORGEHENSWEISE

Clariant SCT 323 (TiAPSO-34) Granulat mit einem Durchmesser von 1,5 bis 3 mm wird bei variierender Probenmenge (Probe 1: 1755 mg und Probe 2: 535mg) in einem LTJ-Versuch untersucht. Die Probentrockenmasse wurde in einer Magnetschwebewaage (Rubitherm, IsoSORP) bei 300 °C unter Vakuumbedingungen bestimmt. Das kanonische Messverfahren und das neue kombinierte Messverfahren wurden eingesetzt, um den zeitlichen Verlauf der Adsorptivaufnahme zu bestimmen (vgl. Abb. 3). Beginnend im Adsorptionsgleichgewicht (Adsorptions-GGW) bei 85 °C und einem Wasserdampfdruck von 12,3 mbar wurde die Temperatur des Probenhalters schlagartig auf 25 °C erniedrigt.

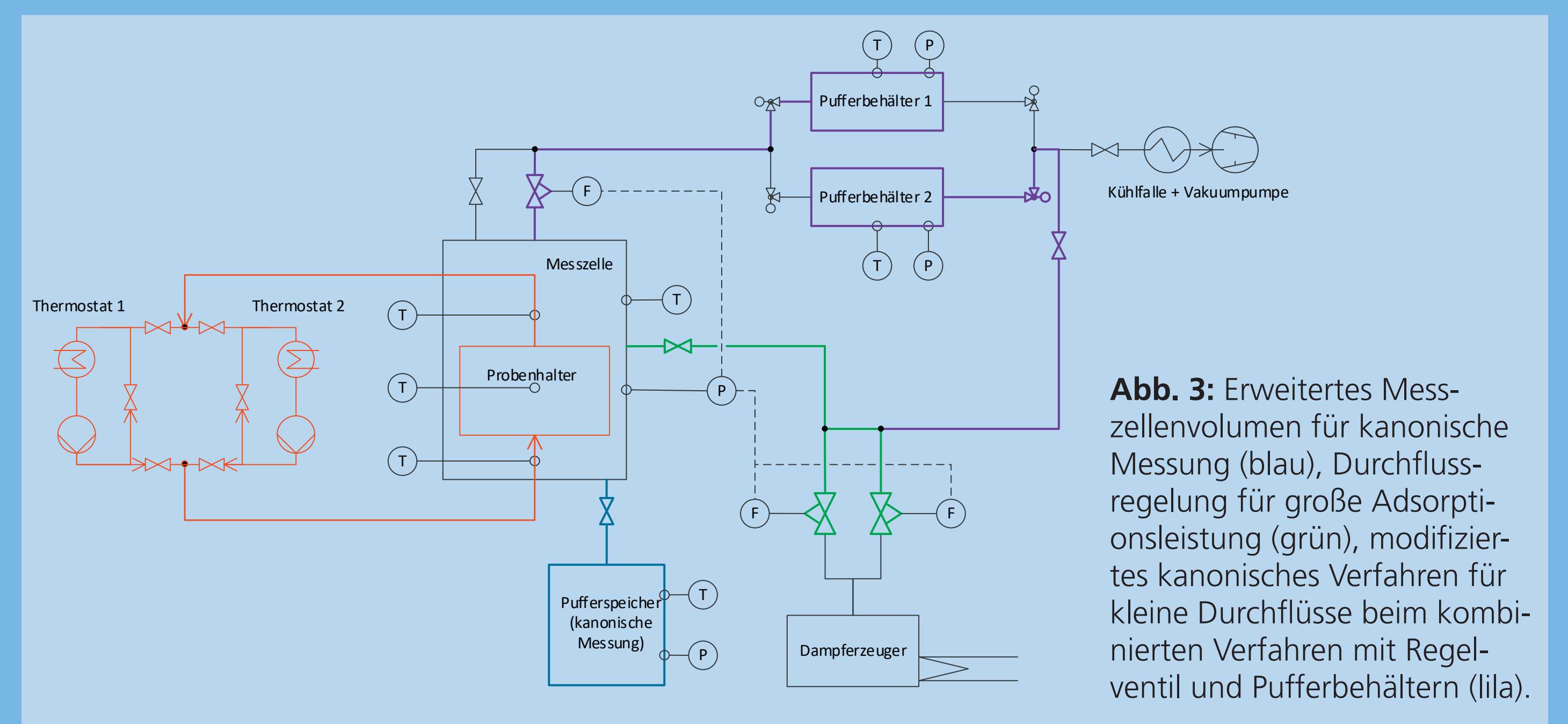


Abb. 3: Erweitertes Messzellenvolumen für kanonische Messung (blau), Durchflussregelung für große Adsorptionsleistung (grün), modifiziertes kanonisches Verfahren für kleine Durchflüsse beim kombinierten Verfahren mit Regelventil und Pufferbehältern (lila).

EXPERIMENTELLE ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNG

Die neu eingeführte Messmethode ermöglicht isobare Messbedingungen in einem weiten Adsorptionsleistungsbereich der Probe (vgl. Abbildung 4, B). Die Methode liefert repräsentative, von der Probenmasse unabhängige Messwerte (vgl. Abbildung 4, A) und kann sowohl für kleine Elemente der Adsorberkonfiguration als auch für repräsentative Elemente des gesamten Adsorptionswärmetauschers eingesetzt werden.

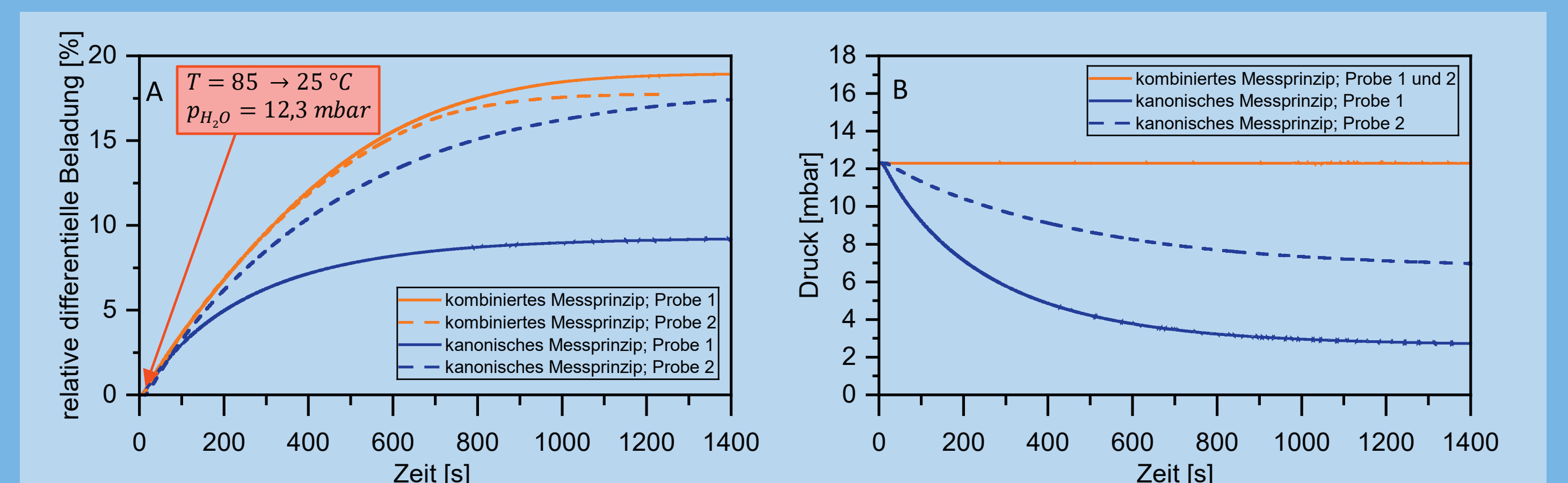


Abb. 4: Versuchsergebnisse: kanonische Methode und neues kombiniertes Messverfahren im Vergleich. A) Differentielle Beladungsänderung bezogen auf Probentrockengewicht. B) Adsorptivdruck während der Versuche.

FÜR REFERENZEN SIEHE

- [1] Y.I. Aristov, B. Dawoud, I.S. Glaznev, A. Elyas, A new methodology of studying the dynamics of water sorption/desorption under real operating conditions of adsorption heat pumps: Experiment, International Journal of Heat and Mass Transfer 51 (2008) 4966–4972.
- [2] Tierney, M.; Ketteringham, L.; Selwyn, R.; Saidani, H. (2016): Calorimetric measurements of the dynamics of a finned adsorbent: early assessment of the activated carbon cloth-ethanol pair with prismatic aluminium fins. In: Applied Thermal Engineering 93, S. 1264–1272. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2015.10.009.
- [3] A. Sapienza, S. Santamaria, A. Frazzica, A. Freni, Y.I. Aristov, Dynamic study of adsorbents by a new gravimetric version of the Large Temperature Jump method, Applied Energy 113 (2014) 1244–1251.
- [4] M. Hinze, F. Ranft, D. Drummer, W. Schwieger, Reduction of the heat capacity in low-temperature adsorption chillers using thermally conductive polymers as heat exchangers material, Energy Conversion and Management 145 (2017) 378–385.