

Systematische Fehler der mikrokalorimetrischen Bestimmung der Wachstumskinetiken von Zellen durch unzureichende Sauerstoffdiffusion.

T. Maskow,^{*a} F. Morais^a, L. F. M. Rosa^a, Y. G. Qian^b, F. Harnisch^a

^a UFZ, Helmholtz Centre for Environmental Research, Department of Environmental Microbiology, Permoserstr. 15, 04318 Leipzig, Germany

^b School of Environmental Studies & Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology of Chinese Ministry of Education & Sino-Hungarian Joint Laboratory of Environmental Science and Health, China University of Geosciences, 430074 Wuhan, PR China

Die Messung der metabolische Wärmeleistung einer Zellsuspensionen liefert Echtzeiteinsichten in Vermehrungsvorgänge, Syntheseprozesse, metabolische Veränderungen, toxische und stimulierende Interaktionen mit Chemikalien oder biologischen Agenzien. Dabei produzieren ungefähr 100 000 Bakterien oder 100 Herzmuskelzellen genügend Wärme, um mit modernen Kalorimetern in Echtzeit messbar zu sein. Die einfachste und ökonomischste Methode zur Messung dieser Wärmesignale sind Experimente in geschlossenen und nicht-gerührten Ampullen in Mehrkanal-Kalorimetern. Die Einfachheit der Methode und die direkte Korrelation des Wärmesignals mit der Zellkonzentration, der Wachstumskinetik und –stöchiometrie hat zu zahlreichen Anwendungen in der Medizin, der Pharmazie, der Lebensmittelkontrolle und den Umweltwissenschaften geführt.

Schwerwiegende Bedenken werden hinsichtlich des potenziellen Einflusses des Sauerstoffverbrauches auf das Wärmesignal diskutiert. Dieser Einfluss wurde erstmals systematisch sowohl experimentell als auch durch mathematische Modelle untersucht. Die numerische Analyse gelang durch Sauerstoffbilanzen zwischen der Quelle (Diffusion aus der Gasphase) und der Senke (mikrobielle Aktivitäten) in Anhängigkeit der räumlichen Biomasseverteilung [1]. Dabei führten beide Annäherungen zu dem praktisch identischen Ergebniss, dass die Bioverfügbarkeit von Sauerstoff einen erheblichen Einfluss auf das Wärmesignal hat. So kann beispielsweise die Wachstumsrate eines Mikroorganismus mit einem respiro-fermentativen Metabolismus um bis zu 300 % überschätzt werden.

Aus der Studie werden praktische Vorschläge zur Verringerung des Einflusses von Sauerstoff auf das kalorimetrische Messergebnis abgeleitet. Als eine abgeleitete Faustregel gilt, dass bis zu einer Wachstumswärme von 95 J L^{-1} eine Sauerstofflimitation relativ sicher vermieden werden kann. Außerdem werden experimentelle Maßnahmen vorgeschlagen, um den Einfluss der Sauerstoffverfügbarkeit zu reduzieren.

[1] Maskow T., Mariana Morais F., Rosa L.F.M., Qian Y.G., Harnisch F. (2014) Insufficient oxygen diffusion leads to distortions of microbial growth parameters assessed by isothermal microcalorimetry. RSC Advances 4: 32730-32737.