

**Aufgabenstellung:** Es sollte ein mathematisches Modell zur Berechnung der Blattphotosynthese von **Tomatenpflanzen** erstellt werden, mit dem die **Photosyntheseleistung** dieser Pflanzen durch Messung von Einflussgrößen kalkuliert werden kann. Zur Modellbildung wurden Messdaten eines **Phytomonitors** zur Verfügung gestellt. Die Modelle werden mit einem Messdatensatz des **Folgemonats** überprüft.

## Team: Tomatengennf

Holger Hoffmann, Christian Marx

Wesentliche Faktoren zur Berechnung der Photosyntheserate sind neben der Einstrahlung der  $\text{CO}_2$ -Gehalt und der Sättigungsdampfdruck, der wiederum mit der relativen Luftfeuchte korreliert [1]. Jedoch wurden diese maßgeblich durch die Lüftungseinstellung im Messgewächshaus beeinflusst (Abb. 1). Daher wurde die Photosyntheserate nur von anhand der verfügbaren Einstrahlung berechnet. Die Einstrahlung wurde mit dem berechneten Sonnenstand ( $\tau$ ) korrigiert sowie der Anteil diffuser Strahlung ( $\beta$ ) nach [2] berechnet und als zusätzlicher Parameter eingeführt (Abb. 2, links).

Vor der Modellbildung wurde negative Globalstrahlung auf 0 und die nächtliche Photosyntheserate auf den dann gemessenen Mittelwert  $-0,25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  gesetzt. Darüber hinaus wurde der Datensatz in Pools verschiedener Anteile diffuser Strahlung unterteilt. Den einzigen Spezialfall stellte der Bereich mit hoher Photosyntheserate bei hoher diffuser Strahlung vormittags dar (Abb. 2, rechts: gelb markiert).

In jeden Pool wurden Michaelis-Menten-Sättigungsfunktionen durch Anpassung der Variablen  $K_m$  und  $V_{max}$  gefittet. Es zeigte sich ein mit zunehmendem Anteil diffuser Strahlung abnehmender  $K_m$ -Wert (Abb. 2, rechts). Somit ergaben sich folgende Photosyntheseraten:

$$A(R_\beta) = \frac{R_\beta \cdot \tau \cdot V_{max}}{R_\beta \cdot \tau + K_m}$$

A: Photosyntheserate [ $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ]

R: Globalstrahlung (außen) [ $\text{W m}^{-2}$ ]

$\beta$ : Anteil diffuser Strahlung [-]

$\tau$ : lokaler Sonnenstand, normiert [-]

$V_{max}$ : Sättigungswert der Michaelis-Menten-Funktion [ $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ]

$K_m$ : Globalstrahlung bei  $\frac{1}{2} \cdot V_{max}$  [ $\text{W m}^{-2}$ ]

Das Bestimmtheitsmaß der modellierten zu den gemessenen Daten beträgt  **$R^2 = 0,79$**  (Abb. 4). Das Modell hat nach Kreuzvalidierung ( $n = 1000$ , Aufteilung 90 % Lerndaten, 10 % Testdaten) einen Vorhersagefehler (PRMSE, Abb. 5) von  **$1,92 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$** .

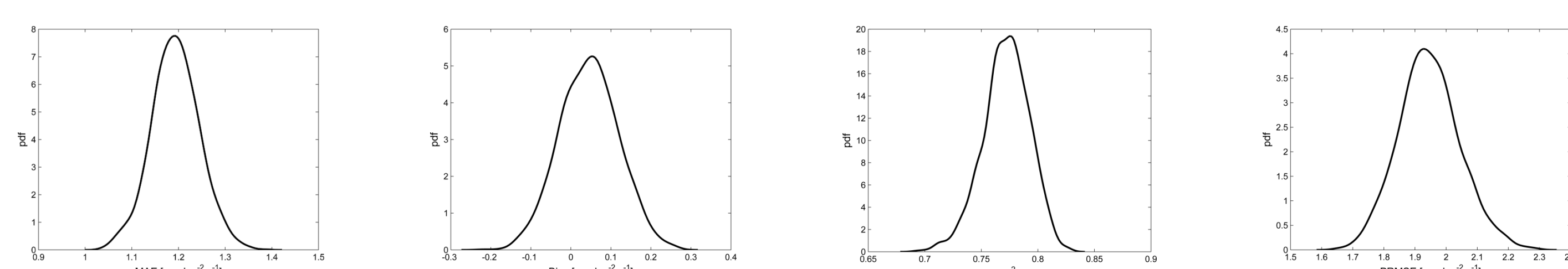


Abb. 5: Ergebnisse der Kreuzvalidierung: mittlerer absoluter Fehler (MAE), mittlere Abweichung (Bias), Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) und Vorhersagefehler (PRMSE); pdf = probability density function

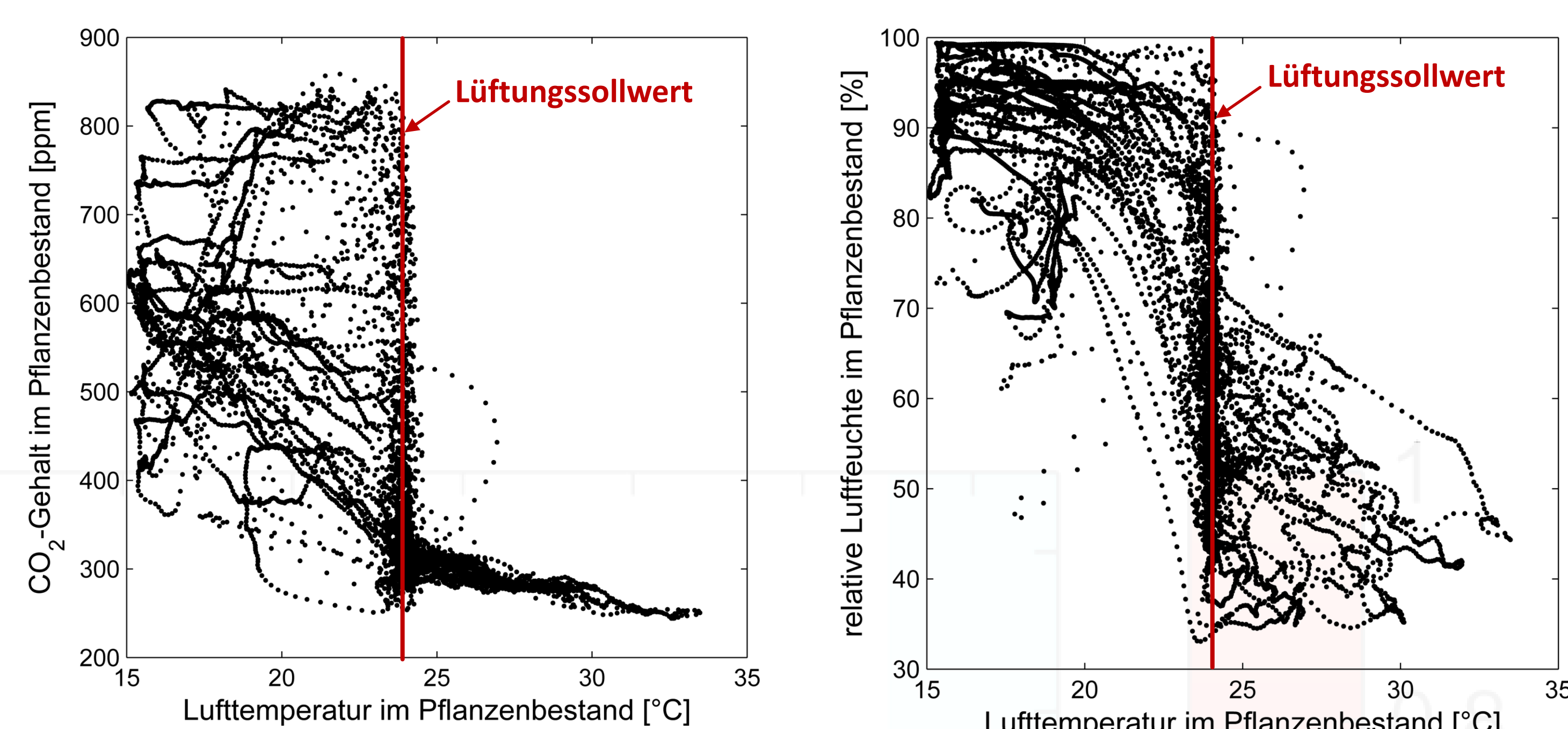


Abb. 1: Einfluss der Lüftung auf den  $\text{CO}_2$ -Gehalt (links) und die relative Luftfeuchte (rechts) im Pflanzenbestand

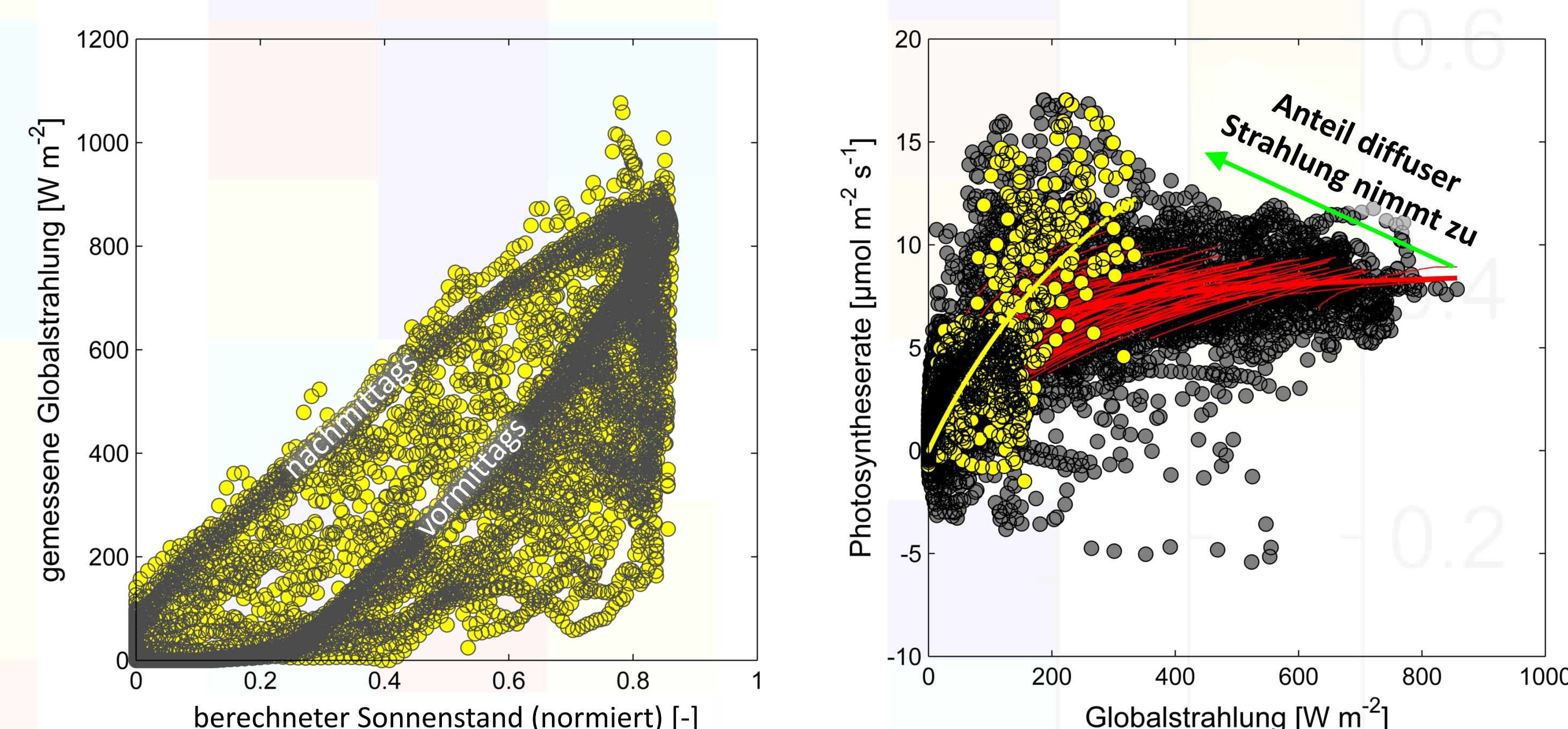


Abb. 2: Anteile der Globalstrahlung relativ zum Sonnenstand (links) und Abhängigkeit der Photosyntheserate von der Globalstrahlung (rechts)

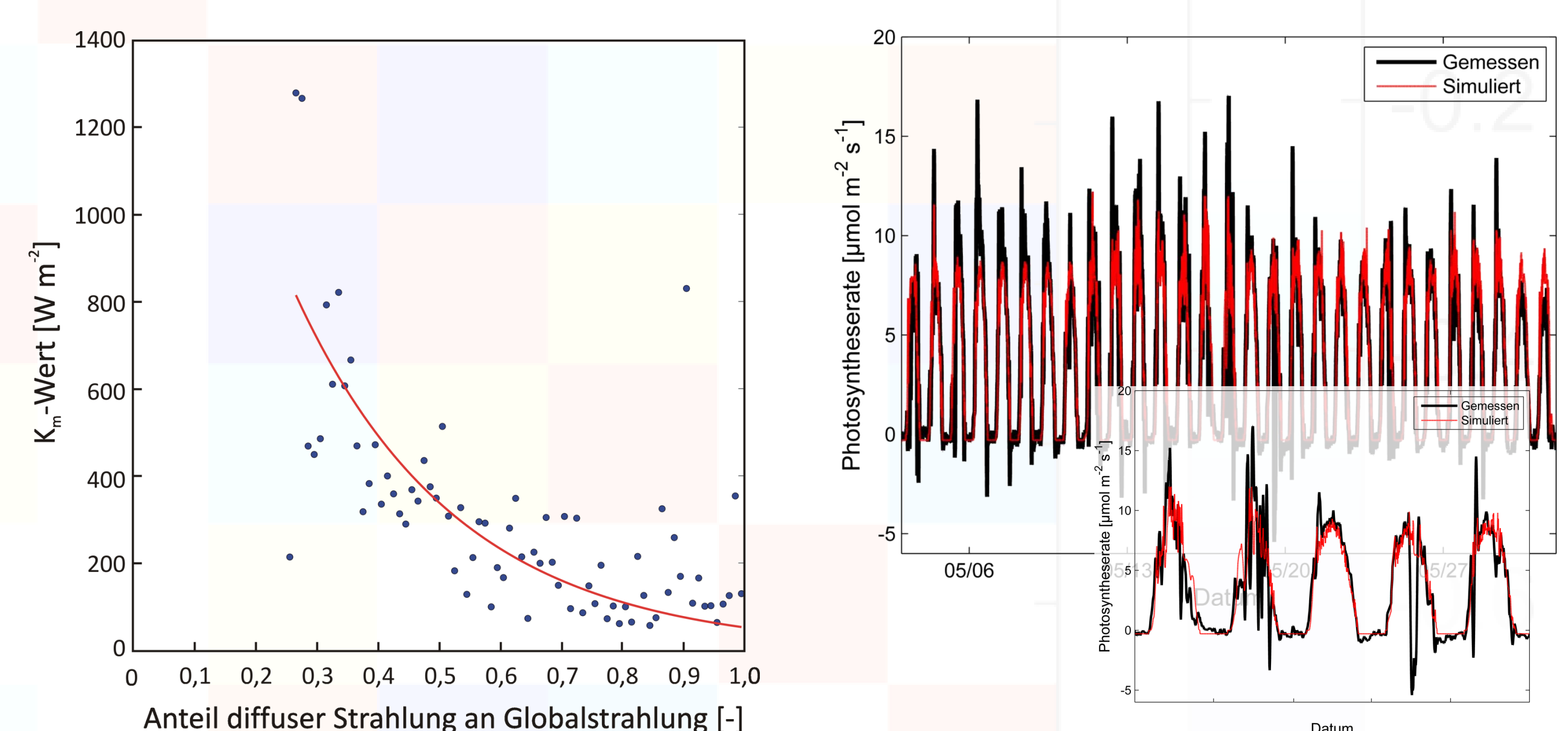


Abb. 3: Abhängigkeit des  $K_m$ -Wertes der Michaelis-Menten-Funktionen vom Anteil diffuser Strahlung (links) und Verlauf der gemessenen sowie der modellierten Photosyntheseraten im Mai 2012, Berlin (rechts)

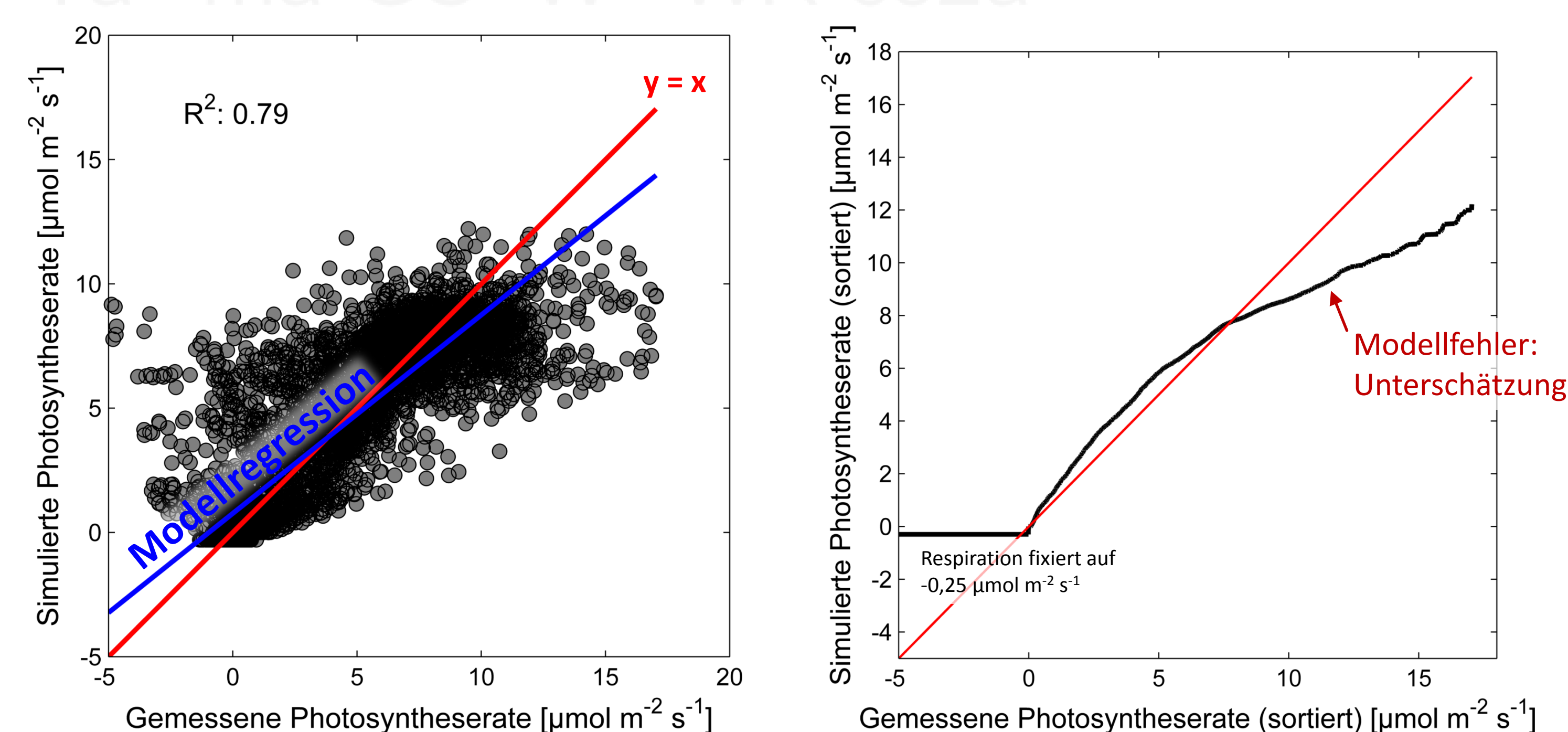


Abb. 4: Darstellung der modellierten zu den gemessenen Daten (links) sowie explizite Modellfehler durch Unterschätzung (rechts)