

Vegetations- parametrisierung

Gliederung

- Einleitung und Motivation
- Grenzschichtgrößen
- Blackdar'sche Vegetationsparametrisierung (Aufbau / Struktur)
- Ergebnisse (26.07.1994)
- Literatur

Gliederung

- Einleitung und Motivation
- Grenzschichtgrößen
- Blackdar'sche Vegetationsparametrisierung (Aufbau / Struktur)
- Ergebnisse (26.07.1994)
- Literatur

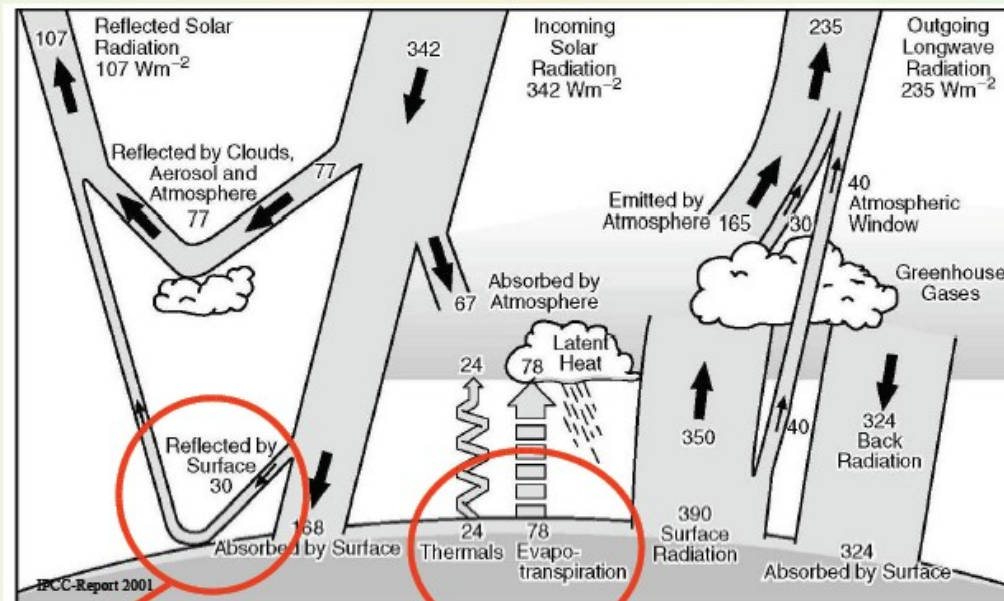
Einfluss der Vegetation

Vegetation verändert die Energiebilanz an der Oberfläche durch:

- Rauigkeitsänderung der Oberfläche
- Evaporation und Transpiration
- Albedo-Veränderung

Einfluss der Vegetation

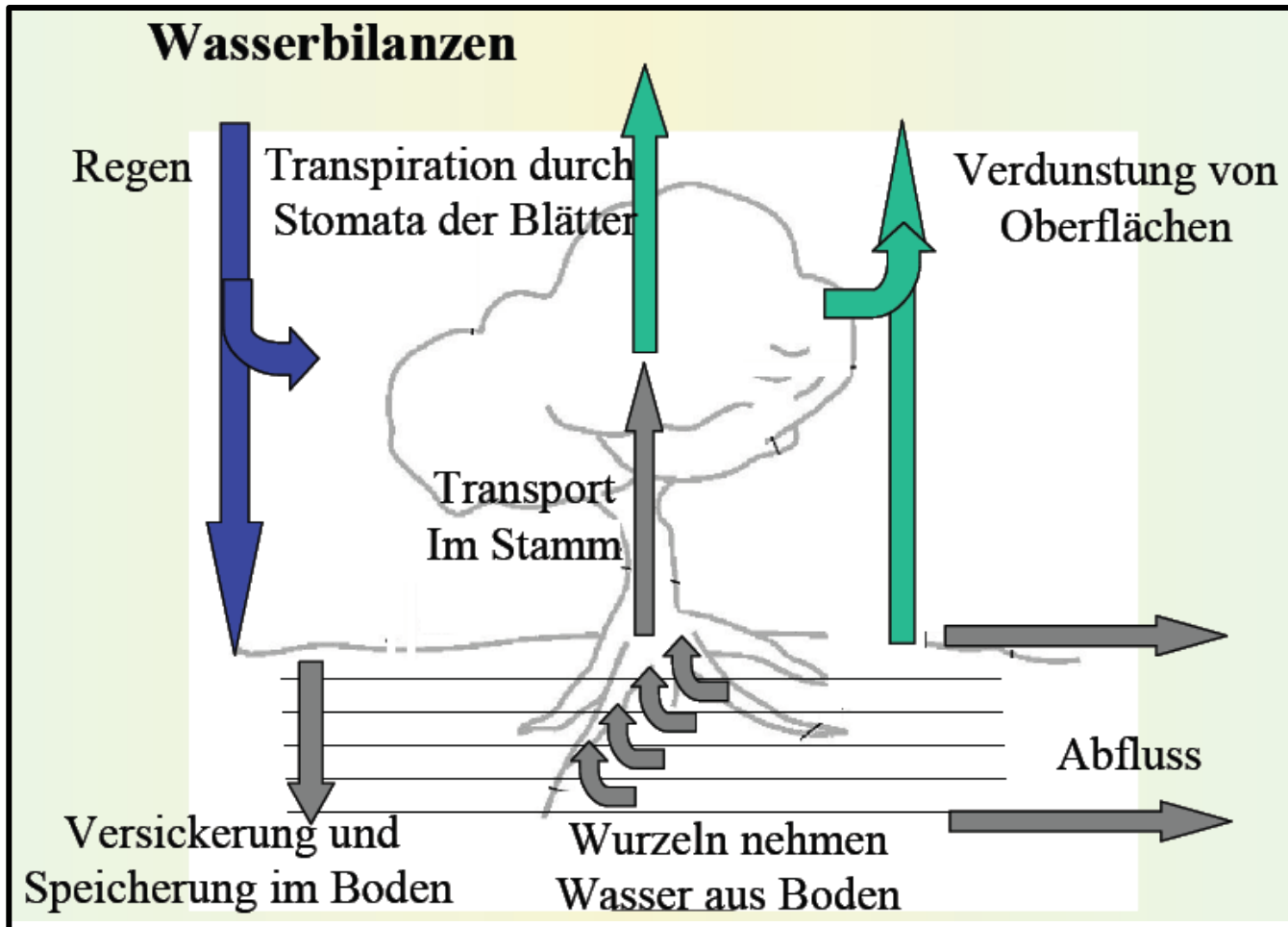
Die Energiebilanz der Erde



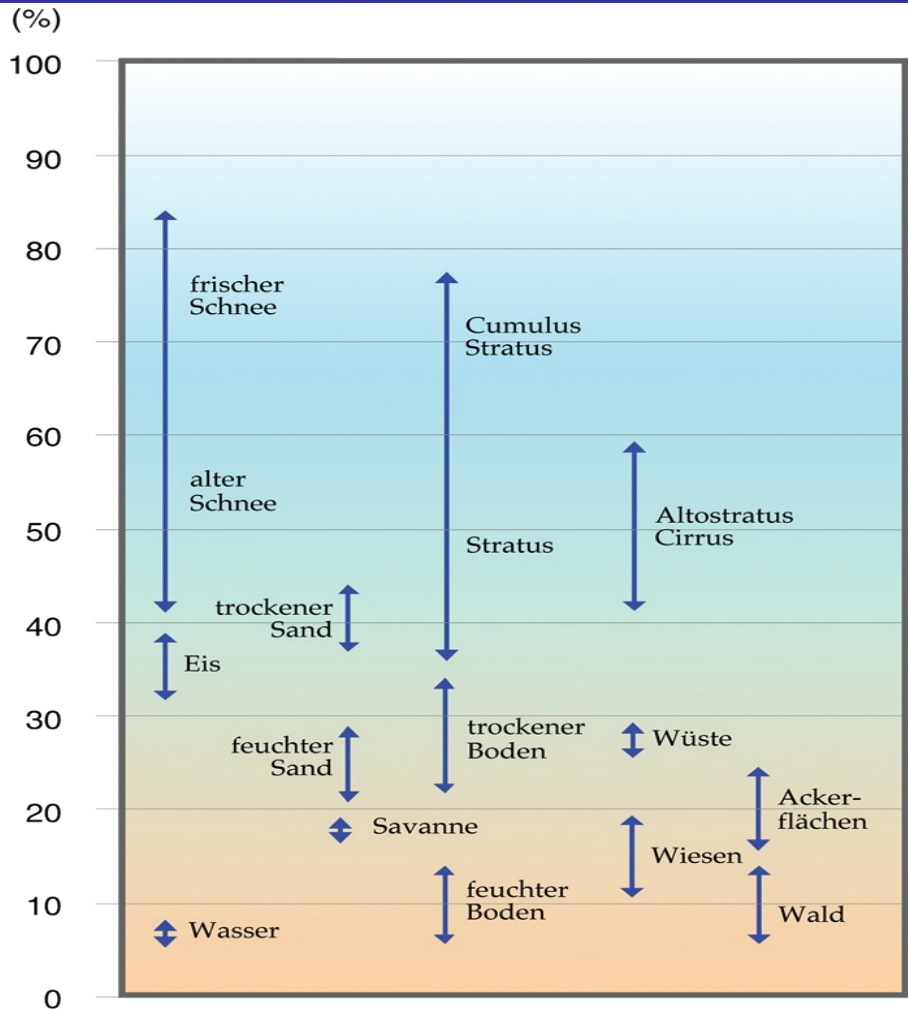
Vegetation verändert die optischen Eigenschaften der Oberfläche

Vegetation verändert die Wasserbilanz und die aerodynamischen Eigenschaften der Oberfläche

Einfluss der Vegetation



Einfluss der Vegetation



Albedo - Anteil [%] des in den Weltraum reflektierten Sonnenlichtes in Abhängigkeit von unterschiedlichen Erdoberflächenbeschaffenheiten.

Einfluss der Vegetation

- **Bodenfeuchte beeinflusst die Energieflüsse am Boden**
- Verknüpfung dieser durch Energiebilanzgleichung

$$0 = Q_* - G - \lambda E - H_0$$

- Strahlungsbilanz (Q_*) oder Nettostrahlung
- Wärmestrom in den Boden (G)
- latente Wärmestrom (λE)
- sensible Wärmestrom (H_0)

- Energieflüsse bewirken nichtlineare Veränderungen in der Grenzschicht der Atmosphäre (in Abhängigkeit von der **synoptischen Situation**)

Einfluss der Vegetation

➤ Wechselwirkungen zwischen der Bodenfeuchte und der Atmosphäre in Abwesenheit der Advektion:

variierende Bodenfeuchte beeinflusst direkt Bodentemperatur, Verdunstung und Albedo an der Erdoberfläche

 unmittelbare Veränderung der Strahlungs- und Feuchtigkeitsverhältnisse in Bodennähe

➤ zunehmend feuchter Boden erhöht die Nettostrahlung, da die Albedo abnimmt, d.h. die Absorption der Strahlung am Boden verstärkt wird

Einfluss der Vegetation

- Gleichzeitige Verringerung der Oberflächentemperatur, da mehr Energie für die Verdunstung aufgewendet werden muss
- Gleichzeitige Verringerung der langwelligen Ausstrahlung entsprechend dem Bolzmannschen Strahlungsgesetz
- Erhöhung der langwelligen Einstrahlung durch den zunehmenden Feuchtigkeitsgehalt in der Luft
- Wesentlich komplizierter: Strahlungsrückkopplungen beim Einsetzen von Wolkenbildung

Motivation

➤ **Bisherige Darstellung der Vegetation:**

Lediglich in Form von konstanten Oberflächenparametern

➤ **neue Darstellung:**

Beinhaltet zeitliche Variabilität des Oberflächenzustandes

d.h.: • des Feuchtegehaltes des Bodens

- der Transport- und Speicherfähigkeit von Feuchte und Wärme

- der Transport- und Speicherfähigkeit von anderen für den sensiblen Wärmefluss maßgeblichen Veränderungen der unteren Randbedingungen

Motivation

➤ **Ziel der neuen Darstellung der Vegetation:**

Unter Einsatz einer Modellierung von Landoberflächenprozessen soll die Auswirkung von Vegetation und Bodenzustand auf Grenzschichtgrößen getestet werden.

Gliederung

- Einleitung und Motivation
- **Grenzschichtgrößen**
- Blackdar'sche Vegetationsparametrisierung (Aufbau / Struktur)
- Ergebnisse (26.07.1994)
- Literatur

Grenzschichtgrößen

- **Mischungsschichthöhe (Z_{ML})**
- **Schubspannungsgeschwindigkeit (u_*)**
- **Monin-Obukhov-Länge (L)**

- Z_{ML} bestimmt mithilfe von u_* und L
- u_* mit nach u_* aufgelösten vertikalen diabatischen Windprofil bestimmt (L als Variable enthalten)
- L nach Definitionsgleichung (u_* als Variable enthalten), mit dem turbulenten sensiblen Wärmefluß an der **Bodenoberfläche (H_0) als 3. Unbekannte, bestimmt**

Grenzschichtgrößen

- Zur Berechnung von H_0 :

Wärmeflussbilanzgleichung an der Bodenoberfläche

- Kenntnis der beteiligten Wärmeflüsse nötig:

- Bodenwärmestrom (G)
- latente Wärmestrom (λE)
- Strahlungswärmestrom (Q_*)

 Variablen u_* , L und H_0 hängen wechselseitig voneinander ab

- iterative Lösung des Problems in den Modellen
- günstige Abschätzung für Initialwert von einer Variablen

Gliederung

- Einleitung und Motivation
- Grenzschichtgrößen
- **Blackdar'sche Vegetationsparametrisierung (Aufbau / Struktur)**
- Ergebnisse (26.07.1994)
- Literatur

Blackadar-Modell

- eindimensionales Grenzschichtmodell
- **Grenzschichtaufteilung:** vertikal in eine 10m hohe atmosphärische Oberflächenschicht und 30 äquidistante Schichten á 100m

Berechnungen im Vegetationsmodul:

- Schubspannungsgeschwindigkeit
- kurzwellige Einstrahlung
- atmosphärische Gegenstrahlung über den Flüssigwassergehalt der Atmosphäre
- Mischungsschichthöhe

Blackadar-Modell

Vertikalprofile für Temperatur, Feuchte und Wind:

- Verwendung analysierter Messdaten
- Vertikale Interpolation für die entsprechenden Werte der 31 Modellschichten
- Interpolations-Werte fließen stündlich in das Modell ein
- Gewinnung von zweiminütigen Profilen durch lineare zeitliche Interpolation der stündlichen Profile

Blackadar-Modell

Vereinfachende Modellvorstellungen:

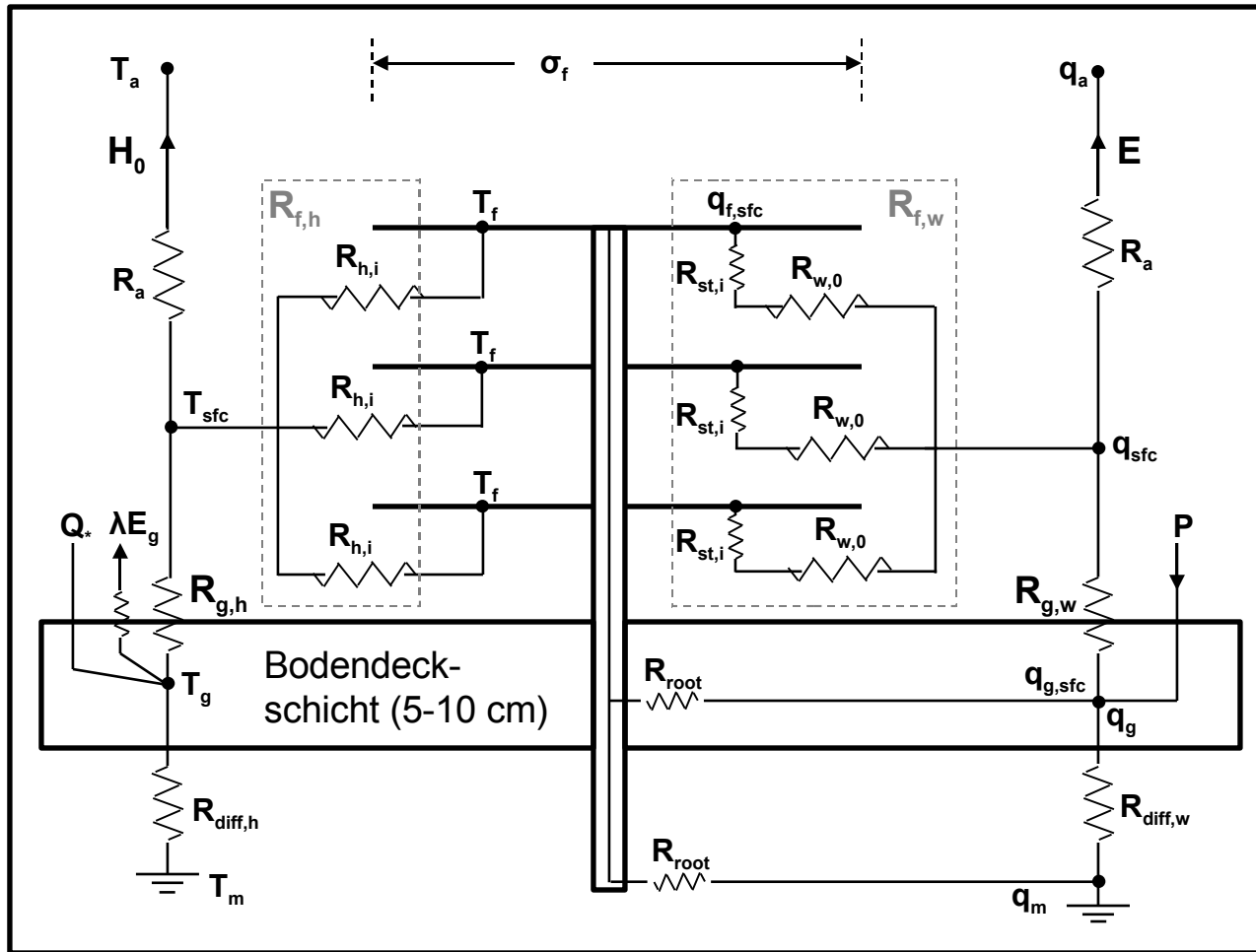
- Fluß-Widerstands-Modell
- Force-Restore-Methode

➔ Beantworten die Fragen:

Wie bleibt das Modell operationell einsetzbar?

Wie kann man die komplexen und vielartigen beteiligten Vorgänge berücksichtigen und dabei möglichst realitätsnah bleiben?

Fluß-Widerstands-Modell



Analogie der Wärme- und Feuchtepotentiale zu elektrischen Potentialen (Spannungen)

Fluß-Widerstands-Modell

Gesuchte Feuchteflüsse E_f und E_g :

$$E_f = \sigma_f / D [(R_{g,w} + R_a)(q_{f,sfc} - q_a) - R_a(q_{g,sfc} - q_a)]$$

$$E_g = 1/D [(R_{f,w} + \sigma_f R_a)(q_{g,sfc} - q_a) - \sigma_f R_a(q_{f,sfc} - q_a)]$$

$$\text{Mit } D = R_{f,w} (R_{g,w} + R_a) + \sigma_f R_a R_{g,w}$$

Summe ergibt den **Gesamtverdunstungsfluss E** von der bewachsenen Oberfläche in die unterste PBL-Schicht

Ergebnis: E und H_0

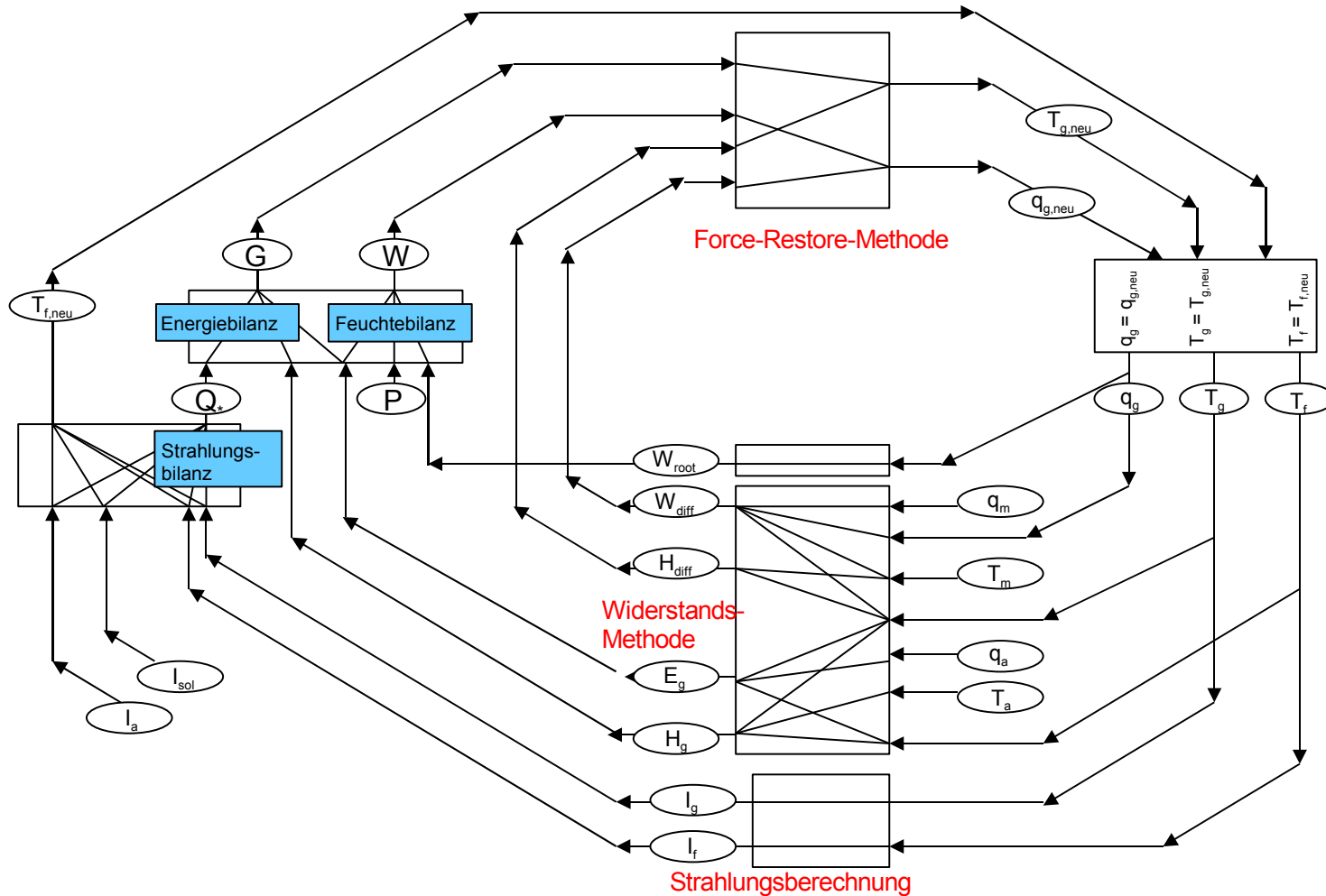
Force-Restore-Methode

- Methode zur Bestimmung der Temperatur der Bodendeckschicht T_g und der Feuchte der Bodendeckschicht q_g
- Annahme einer obersten sehr dünnen Bodenschicht: bei Wärmezufuhr näherungsweise homogene Erwärmung
- Temperaturänderung der Schicht:
 - von oben durch Bodenwärmefluss
 - durch Wärmediffusion aus der tiefen Bodenschicht (Wärmereservoir)
- entsprechend der 2 Temperaturänderungsmöglichkeiten: Prognose-Gleichung für T_g besitzt eine **Forcing -Term** und **einen Restore -Term**

Force-Restore-Methode

- Feuchte der Bodendeckschicht q_g analog
- **Forcing -Term:**
anstelle einer Wärmeflussbilanz eine Feuchteflussbilanz
- **Restore – Term:**
Differenz der mittleren Feuchten der Deck- und Reservoirschicht
- **Feuchteflussbilanz:** sämtliche Formen der Niederschläge incl. Kondenswasser, das aus der Deckschicht abtransportierte Flüssigwasser und Feuchteverluste durch Verdunstung

Gesamtaufbau der Vegetationsmodellierung



Flussdiagramm zur Vegetationsparametrisierung des Blackadar-Modells

Gliederung

- Einleitung und Motivation
- Grenzschichtgrößen
- Blackdar'sche Vegetationsparametrisierung (Aufbau / Struktur)
- **Ergebnisse (26.07.1994)**
- Literatur

Ergebnisse (26.07.1994)

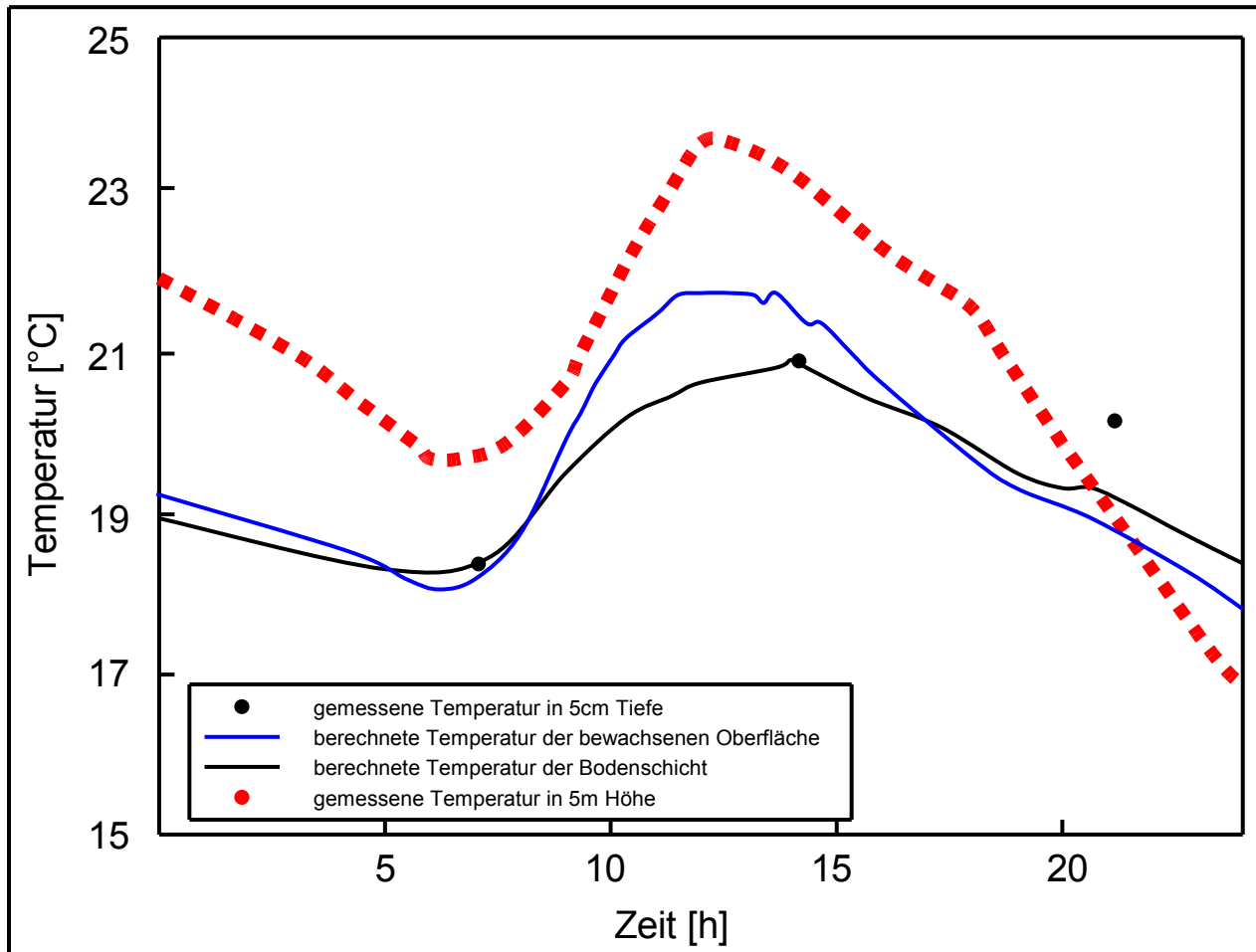
➤ **Test der Vegetationaparametrisierung**

Entspricht die von der Vegetationsparametrisierung berechnete Deckschichttemperatur der gemessenen 5cm-Bodentemperatur überhaupt? Wie gut?

➤ **ausgewählte Areale** (Unterschied in Oberflächenbeschaffenheiten):

Areal 35;41	58% Wiesen & Weiden	Station 10305	Lingen
Areal 47;42	51% bebaute Oberfläche	Station 10381	Berlin-Dahlem
Areal 47;28	80% Wald	Station 10796	Zwiesel

Ergebnisse (26.07.1994)



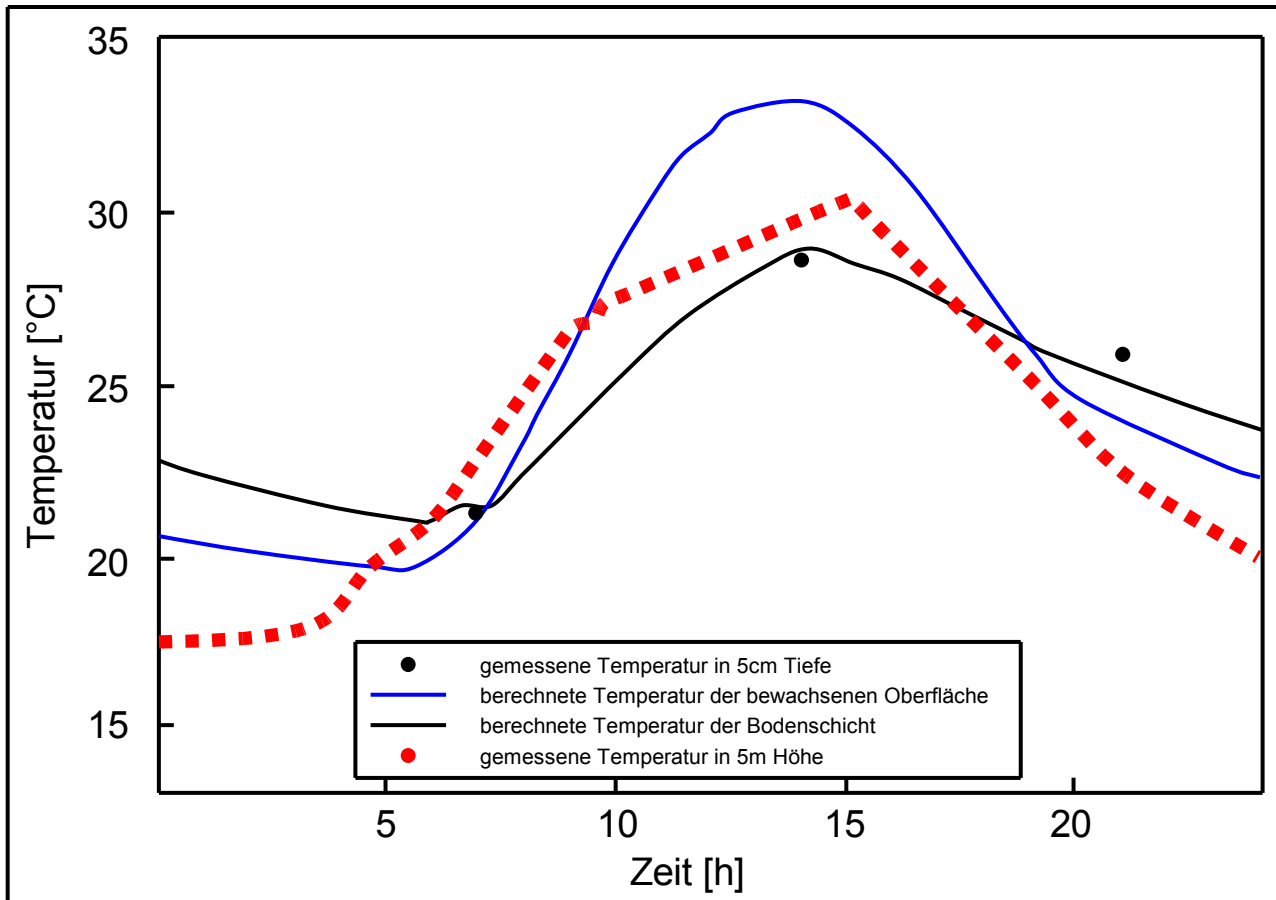
• **Station 10796:**

80% Wald

Höchsttemperat
uren um 21 °C

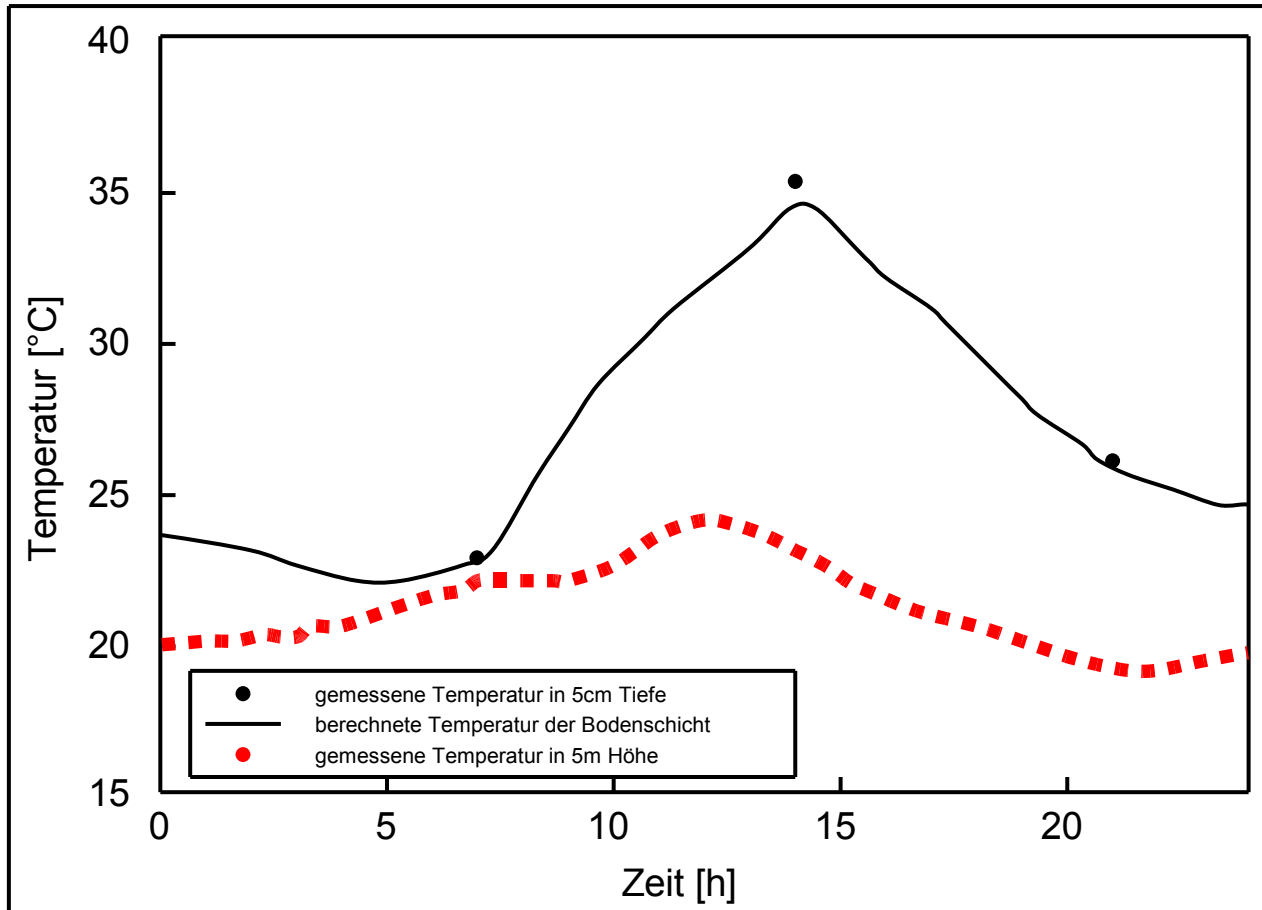
• weitgehende
Übereinstimmung
der berechnete
Temperatur mit
der gemessenen
Temperatur

Ergebnisse (26.07.1994)



- **Station 10305:**
58% Wiesen und Weidenland
- Höchsttemperaturen um 28 °C
- weitgehende Übereinstimmung der berechnete Temperatur mit der gemessenen Temperatur

Ergebnisse (26.07.1994)



- **Station 10381:**
- 51% bebaute Oberfläche
- Höchsttemperaturen um 35 °C
- Mittlere Differenz beider Temperaturen voneinander aus allen drei Verläufen: 0.35°K

Ergebnisse


➤ weitere Ergebnisse:

- Verläufe während eines Tages für die Oberflächentemperatur
- Verläufe während eines Tages für die Wärmeflüsse an der bewachsenen Oberfläche
- Verläufe während eines Tages für die Monin-Obukhov-Länge
- Verläufe während eines Tages für die Mischungsschichthöhe

Je für unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheiten

Ergebnisse

Blackadar-Modell:

- berücksichtigt Bodenoberflächenphysik (insbesondere Transportprozesse in der Vegetation)
 - enge Kopplung an Messdaten
-  Abschätzung von Temperaturen und Feuchte in der Nähe der Bodenoberfläche durch dieses Modell realistischer als ein Modell, das die Bodenfeuchte konstant hält.

Gliederung

- Einleitung und Motivation
- Grenzschichtgrößen
- Blackdar'sche Vegetationsparametrisierung (Aufbau / Struktur)
- Ergebnisse (26.07.1994)
- **Literatur**

Literatur

- Reinhard Weng: „Vegetationsparametrisierung in einem PBL-Modell und ihr Test anhand meteorologischer Routinebeobachtungen“, Freie Universität Berlin, 1998
- Ralf Schmitz: „Einfluss der Landoberfläche auf die Atmosphäre unter besonderer Berücksichtigung der Bodenfeuchte“, Bonn, August 2005
- Karl-Georg Schnitzler: „Vegetation, Kohlenstoffkreislauf und Klima“, Max-Planck-Institut für Meteorologie (Hamburg)