

# Weltweite Wasserressourcen

|                           | Water<br>volume<br>(million km <sup>3</sup> ) | Percent<br>of<br>freshwater | Percent<br>of total<br>water |
|---------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| <b>Total water</b>        | <b>1 386</b>                                  |                             | <b>100.00</b>                |
| <b>Freshwater</b>         | <b>35</b>                                     | <b>100.0</b>                | <b>2.53</b>                  |
| Glaciers and ice caps     | 24.4                                          | 69.7                        | 1.76                         |
| Groundwater               | 10.5                                          | 30.0                        | 0.76                         |
| Lakes, rivers, atmosphere | 0.1                                           | 0.3                         | 0.01                         |
| <b>Saline water</b>       | <b>1 351</b>                                  |                             | <b>97.47</b>                 |

Quelle: FAO, 2000

## **jährliche globale Wasserbilanz**

|                                            |                                    |
|--------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Niederschlag über Land</b>              | <b>119000 km<sup>3</sup></b>       |
| <b>Evaporation</b>                         | <b>74000 km<sup>3</sup></b>        |
| <b>nutzbare Restmenge</b>                  | <b>9000 – 14000 km<sup>3</sup></b> |
| <b>gegenwärtiger Entzug</b>                | <b>3600 km<sup>3</sup></b>         |
| <b>in aquatischen Ökosystemen gebunden</b> | <b>2350 km<sup>3</sup></b>         |
| <b>Summe</b>                               | <b>5950 km<sup>3</sup></b>         |

Quelle: FAO, 2000

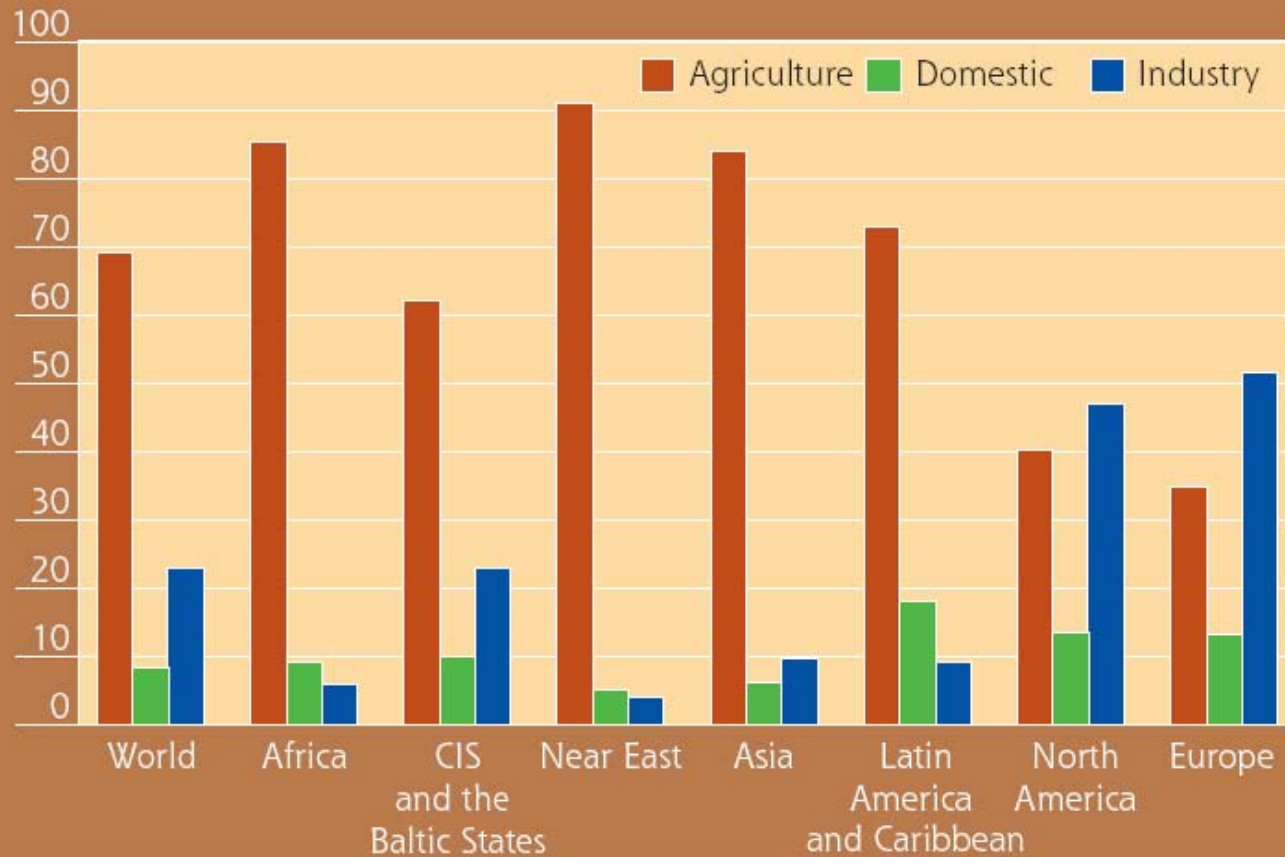
# Weltweiter Wasserverbrauch nach Sektoren

|                       | 1950  | 1995  |
|-----------------------|-------|-------|
| <b>Agriculture</b>    |       |       |
| withdrawal            | 1 100 | 2 500 |
| per capita            | 437   | 436   |
| percentage of total   | 79    | 69    |
| <b>Industries</b>     |       |       |
| withdrawal            | 200   | 750   |
| per capita            | 79    | 131   |
| percentage of total   | 14    | 21    |
| <b>Municipalities</b> |       |       |
| withdrawal            | 100   | 350   |
| per capita            | 40    | 61    |
| percentage of total   | 7     | 10    |
| <b>Total</b>          |       |       |
| withdrawal            | 1 400 | 3 600 |
| per capita            | 556   | 628   |
| percentage of total   | 100   | 100   |

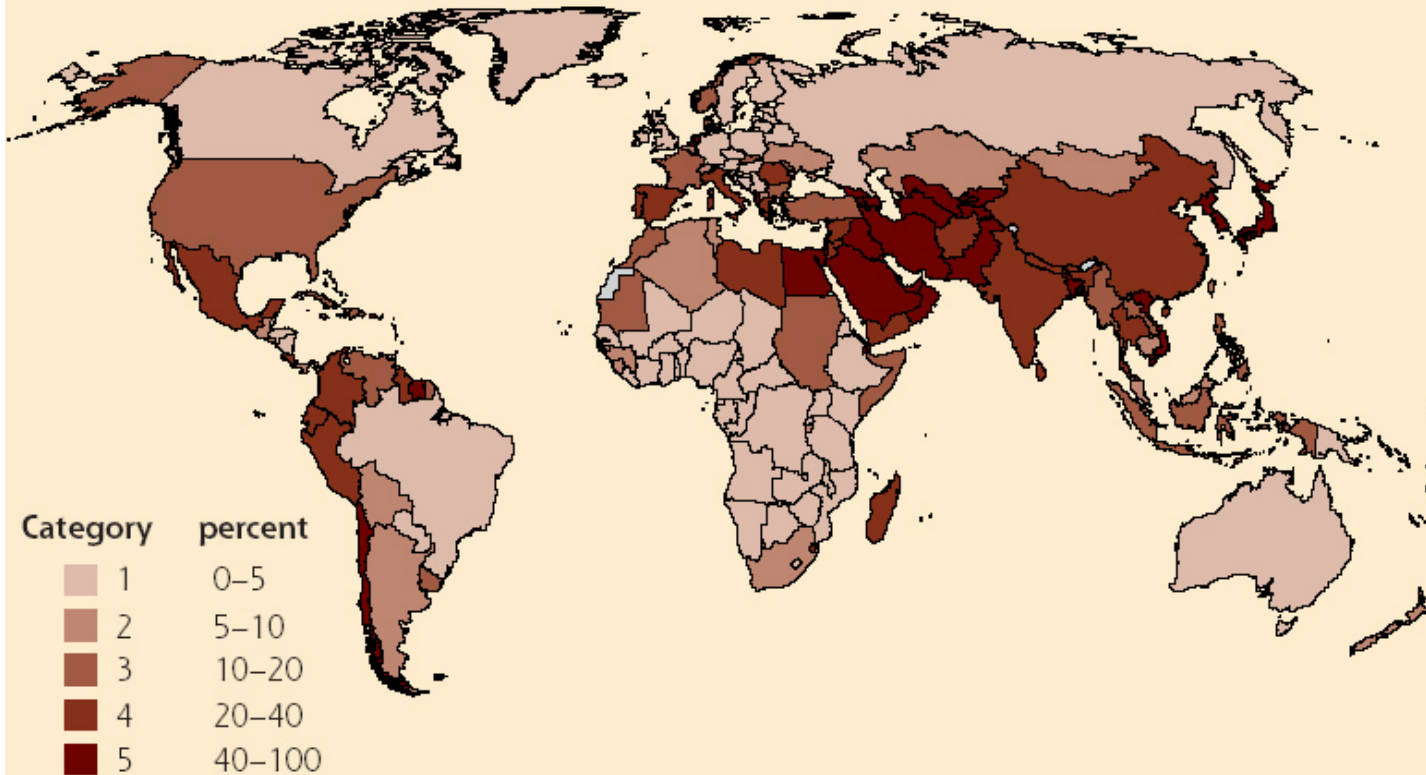
Quelle: FAO, 2000

## *Water withdrawals by region and by sector*

Withdrawals (%)



*Area equipped for irrigation as a percentage of cultivated land (1998).*



*Map highlights countries where irrigation plays an extremely important (category 5) and a major role (category 4) in agriculture. Irrigation is little used in northern temperate zones and in sub-Saharan Africa.*

## *Groundwater mining in selected countries.*

| <b>Country</b>         | <b>mining as % of<br/>total water withdrawal</b> |
|------------------------|--------------------------------------------------|
| Kuwait                 | 46.5                                             |
| Bahrein                | 40.2                                             |
| Malta                  | 32.2                                             |
| United Arab Emirates   | 70.9                                             |
| Qatar                  | 14.9                                             |
| Libyan Arab Jamahirija | 90.0                                             |
| Jordan                 | 17.5                                             |
| Saudi Arabia           | 79.7                                             |

Source: *Water Resources of the Near East Region: a review*  
(FAO, Rome, 1997).

# UN / FAO Szenario

- für die Produktion von 1kg geerntetem Getreide werden 1 – 3 Tonnen Wasser benötigt
- bis zum Jahr 2015 steigt die Weltbevölkerung um 1,1 % pro Jahr. Danach wird sich der Anstieg verlangsamen. Bis 2030 werden 8,1 Milliarden auf der Erde leben (**2050 9 Mrd., UN 2004**)
- 61 % der Bevölkerung werden 2030 in Städten leben; 1990 waren es 46 %
- aufgrund veränderten Konsums wird die Nahrungsmittelnachfrage überproportional steigen

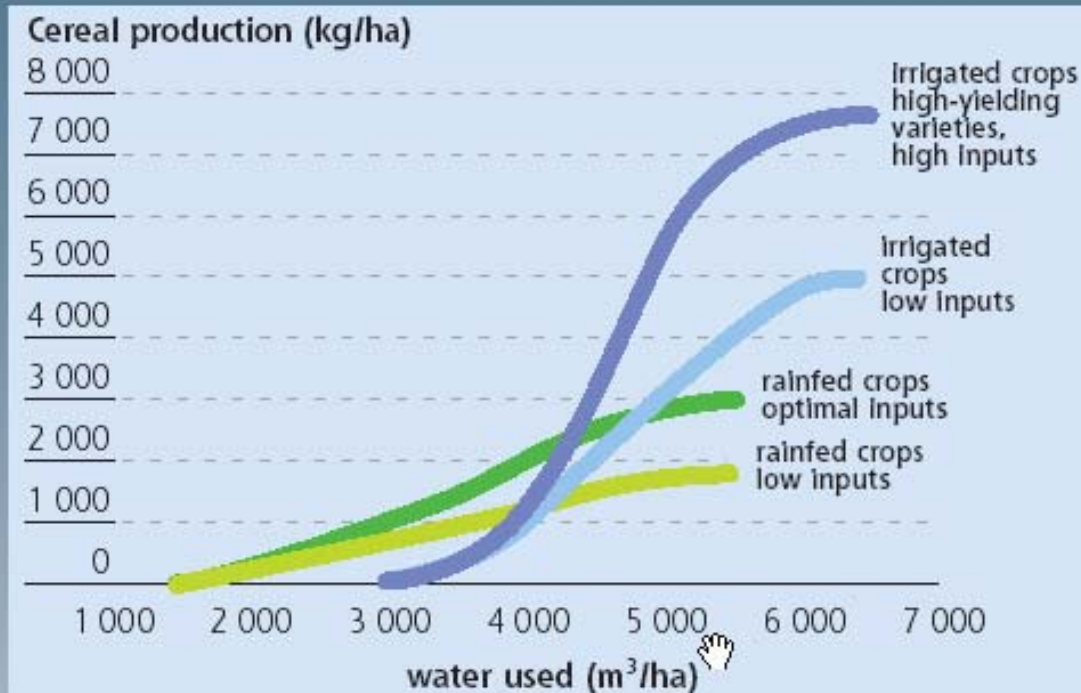
## Strategien

- höherer Ertrag pro Fläche
- Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzfläche
- Intensivierung der Anbausysteme (Ernten / Jahr)

# Prognose der FAO

- in den letzten 30 Jahren resultierten etwa 75 % der Produktionssteigerung aus der „Grünen Revolution“
- in den nächsten 30 Jahren sollen 69 % der Produktionssteigerung aus Mehrerträgen pro Fläche stammen
- 19 % aus der Ausweitung der genutzten Flächen
- 12 % aus der Intensivierung der Anbausysteme (Ernten / Jahr)
- die „effektive“ bewässerte Fläche wird sich bis 2030 um 34 % erhöhen
- der Wasserverbrauch für die Bewässerung wird von gegenwärtig 2128 km<sup>3</sup> auf 2420 km<sup>3</sup> (14 %) steigen
- der relativ geringe Anstieg im Wasserverbrauch wird durch einen erhöhten Wirkungsgrad der Bewässerung erreicht

## *Yields and water requirements of irrigated and rainfed agriculture*



Irrigation has the potential to provide higher yields than rainfed agriculture but water requirements are also much higher.

## Regenfeldbau und Bewässerungsfeldbau

- weltweit wird auf 83 % der kultivierten Fläche Regenfeldbau betrieben; 60 % der Nahrungsmittel werden hier produziert
- auf 20 % der bewässerten Fläche werden 40 % der Nahrungsmittel erzeugt
- 30 % der bewässerten Fläche ist von Versalzung oder Staunässe betroffen
- durch Versalzung werden jährlich 1-2 % der bewässerten Flächen unbrauchbar
- 10 % der Nahrungsmittel werden unter „Water Mining“ produziert

## Wasserhaushaltsgleichung

$$N = E + I + T + S + A + \Delta R$$

N = Niederschlag

E = Evaporation

I = Interzeption

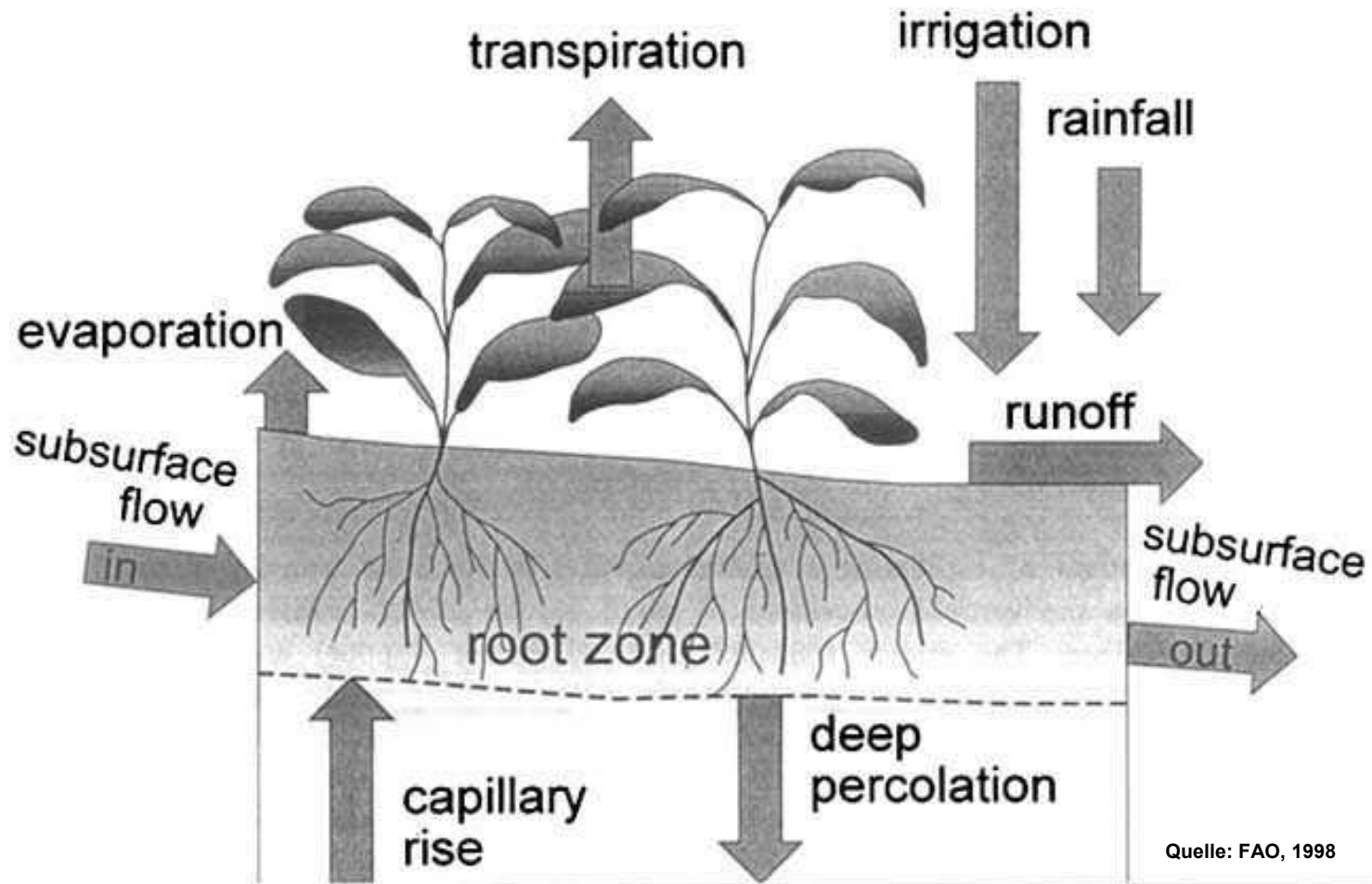
T = Transpiration

S = Sickerwasserspende

A = Oberflächenabfluss

$\Delta R$  = Bodenwassergehaltsänderung

# graphische Darstellung von Wasserhaushaltskomponenten



$$N = E + I + T + S + A + \Delta R$$

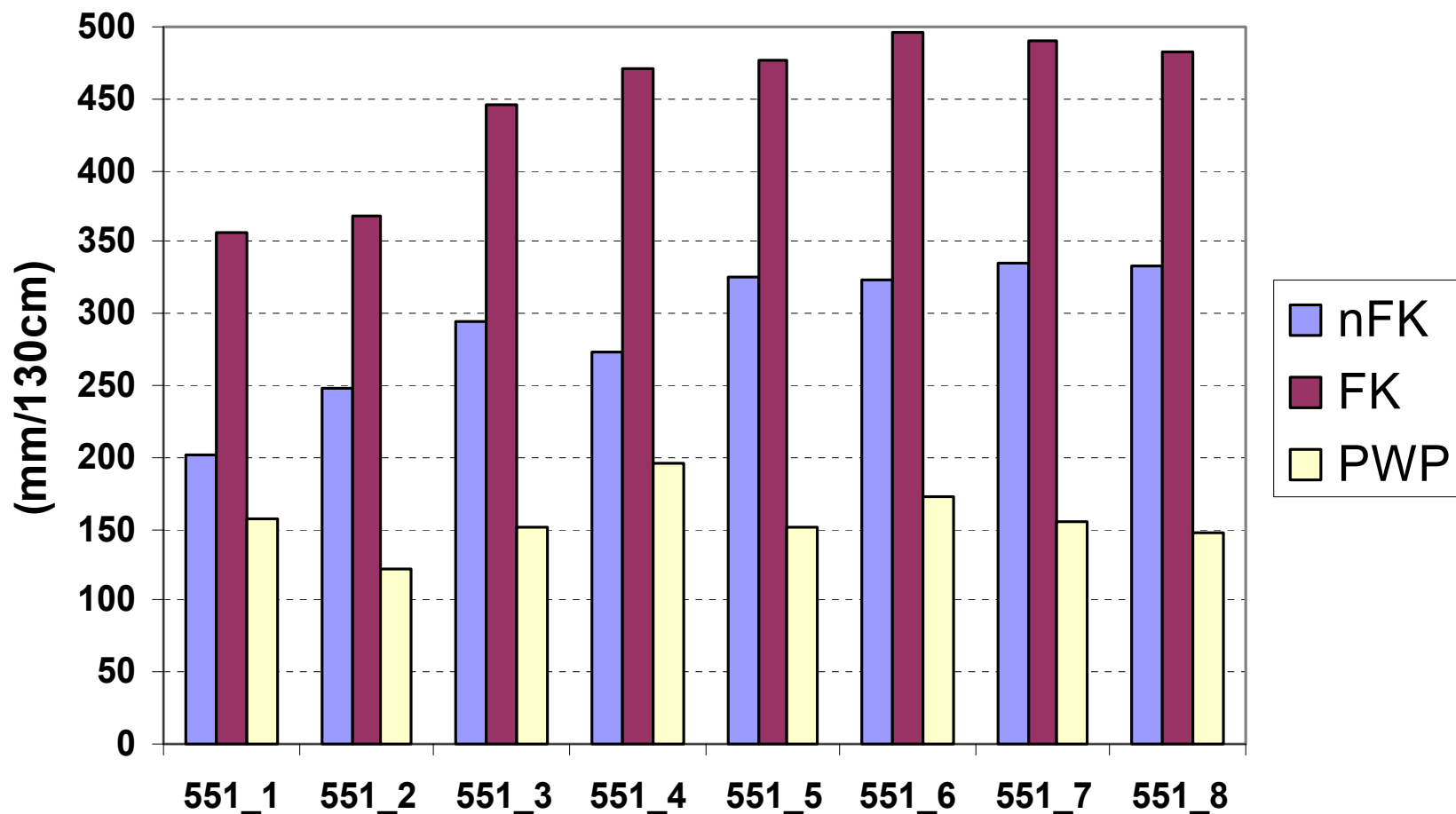
## **Feldkapazität (FK)**

Die Feldkapazität ist die Wassermenge, die ein Boden gegen die Schwerkraft zu speichern vermag. Sie errechnet sich je Bodenartenschicht aus dem Anteil der Bodenarten bei mittlerer Lagerungsdichte, korrigiert durch volumenprozentuale Abschlüsse für den Skelettanteil (ohne Feldkapazität) bzw. durch Zuschläge für die Humusgehalte. Aus der Summe der Feldkapazität je Bodenartenschicht über die mittlere effektive Durchwurzelungstiefe ergibt sich die Feldkapazität des effektiven Wurzelraums.

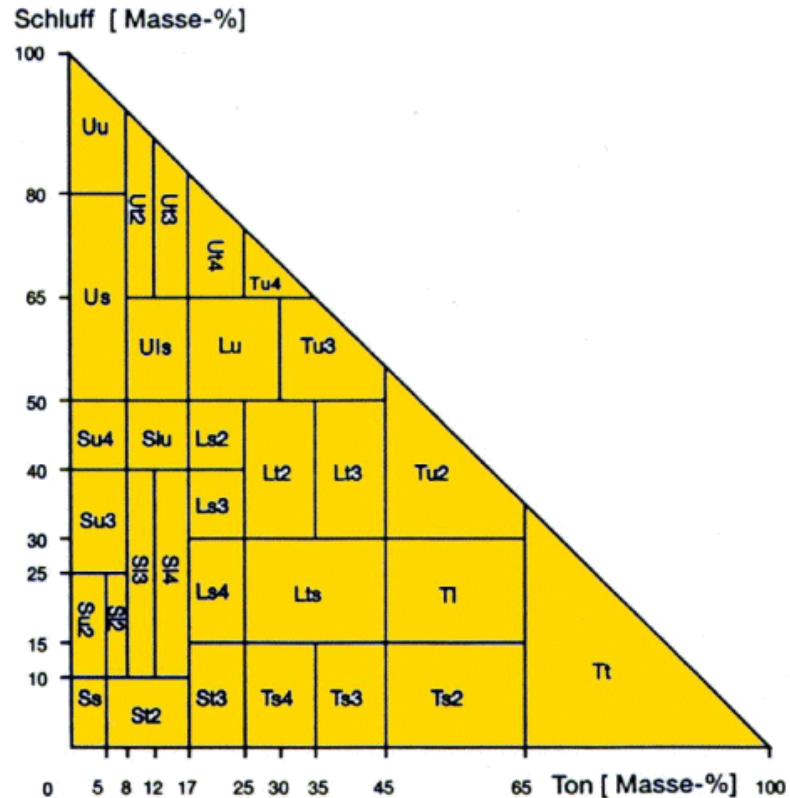
## **nutzbare Feldkapazität (nFK)**

Die nutzbare Feldkapazität ist der Teil der Feldkapazität, der für die Vegetation nutzbar ist und im Boden in den Mittelporen mit Saugspannungen zwischen den pF-Werten 1,8 und 4,2 ( $pF = \log hPa$ ; logarithmische Darstellung der Saugspannung) gespeichert wird. Sie errechnet sich je Bodenartenschicht aus dem Anteil der Bodenarten bei mittlerer Lagerungsdichte, korrigiert durch volumenprozentuale Abschlüsse für den Skelettanteil (ohne nutzbare Feldkapazität) bzw. durch Zuschläge für die Humusgehalte. Aus der Summe der nutzbaren Feldkapazität je Bodenartenschicht über die mittlere effektive Durchwurzelungstiefe ergibt sich die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums.

# Bestimmung von Feldkapazität, nutzbarer Feldkapazität und permanentem Welkepunkt nach der Kartieranleitung 4 (KA4) am Beispiel ausgewählter Punkte eines Schlages



# Bodenartendiagramm



Quelle: Bodenkundliche Kartieranleitung, 1994

Onlineversionen:

[Bodenkunde TU Berlin](#) deutsches System

[Soil texture triangle: hydraulic properties calculator](#) US System (mit Ableitung der Lagerungsdichte)

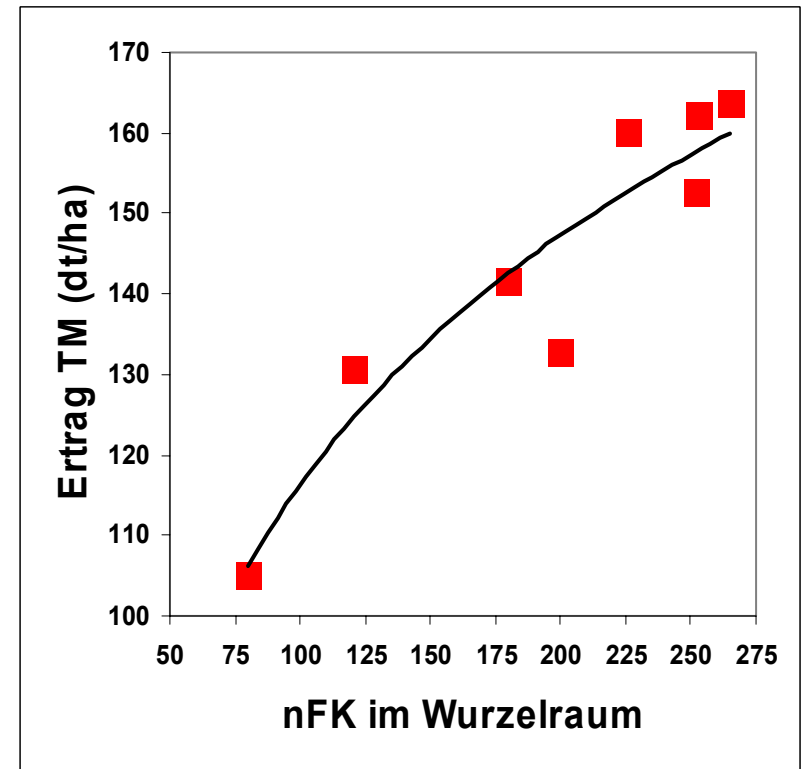
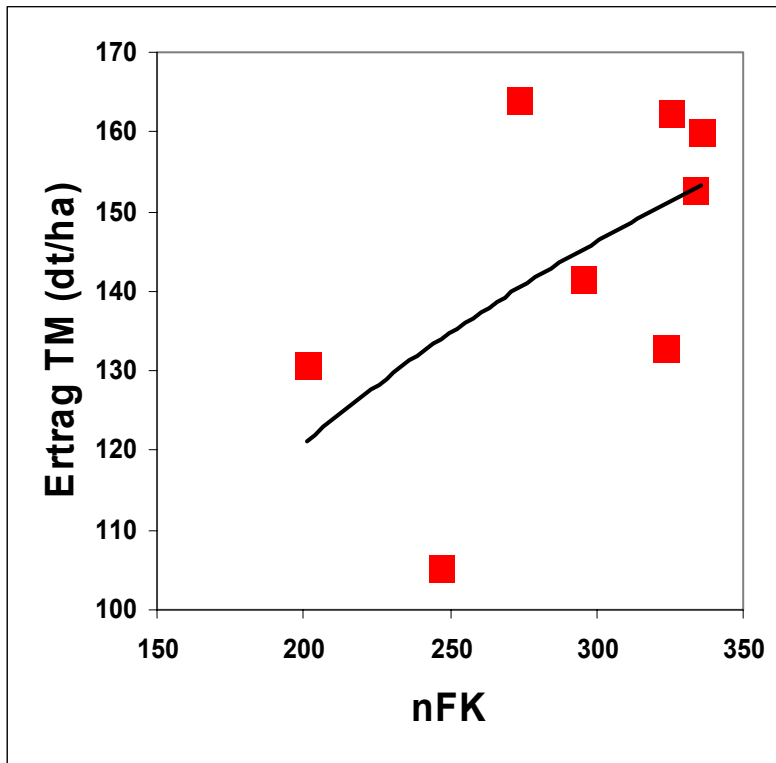
# Ableitung der Durchwurzelungstiefe

| Standort | nFK<br>(mm/130cm) | nFK WR<br>(mm) | Ertrag TM<br>(dt/ha) | Wurzelraum<br>(cm) |
|----------|-------------------|----------------|----------------------|--------------------|
| 551_1    | 201               | 121            | 131                  | 62                 |
| 551_2    | 247               | 80             | 105                  | 53                 |
| 551_3    | 295               | 180            | 142                  | 76                 |
| 551_4    | 274               | 265            | 164                  | 125                |
| 551_5    | 326               | 253            | 162                  | 97                 |
| 551_6    | 323               | 200            | 133                  | 79                 |
| 551_7    | 336               | 226            | 160                  | 84                 |
| 551_8    | 334               | 252            | 153                  | 93                 |

Quelle: Bobert, 2000

# Zusammenhang zwischen nFK, nFK im Wurzelraum und Ertrag

(an einem Standort mit negativer Wasserbilanz während der Vegetationsperiode)



Quelle: Bobert, 2000