

Systemnahe Programmierung in C

30 Multiprozessoren

J. Kleinöder, D. Lohmann, V. Sieh

Lehrstuhl für Informatik 4
Systemsoftware

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Sommersemester 2024

<http://sys.cs.fau.de/lehre/ss24>

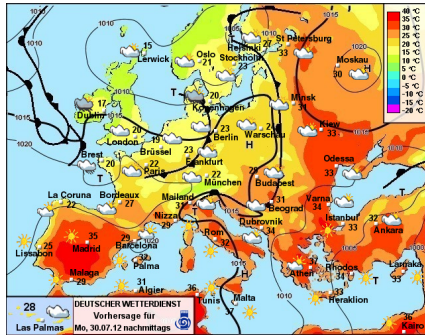


- Mehrere Prozesse zur Strukturierung von Problemlösungen
Aufgaben einer Anwendung leichter modellierbar, wenn sie in mehrere kooperierende Prozesse unterteilt wird
 - z.B. Anwendungen mit mehreren Fenstern (ein Prozess pro Fenster)
 - z.B. Anwendungen mit vielen gleichzeitigen Aufgaben (Web-Browser)
 - z.B. Client-Server-Anwendungen;
pro Anfrage wird ein neuer Prozess gestartet (Web-Server)
- Multiprozessorsysteme werden erst mit mehreren parallel laufenden Prozessen ausgenutzt
 - früher nur bei Hochleistungsrechnern (Aerodynamik, Wettervorhersage)
 - durch Multicore-Systeme jetzt massive Verbreitung



Beispiel: Berechnung einer Wetterkarte

- Berechnung der Wetterkarte muss so schnell wie möglich erfolgen



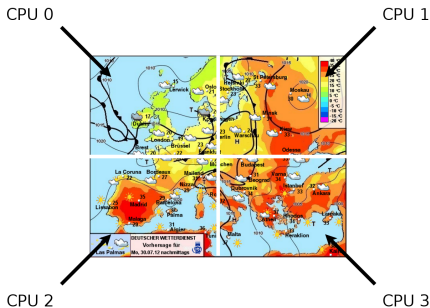
Quelle: www.wetterdienst.de

- Ansatz: Mehrere Prozessoren berechnen jeweils einen Teil der Karte



Beispiel: Berechnung einer Wetterkarte (2)

- Z.B. Berechnung der Wetterkarte aufgeteilt auf 4 Prozessoren:



- Alle Prozessoren greifen auf einen gemeinsamen Speicher zu, in dem das Ergebnis berechnet wird.



- Nutzung von gemeinsamen Speicher durch mehrere Prozesse

```
char *ptr = mmap(NULL, NBYTES, PROT_READ | PROT_WRITE,
                 MAP_SHARED | MAP_ANONYMOUS, -1, 0);
if (ptr == MAP_FAILED) ... // Fehler

for (i = 0; i < NPROCESSES; i++) {
    pid[i] = fork();
    switch (pid[i]) {
        case -1: ... // Fehler
        case 0:
            do_work(i, ptr);
            _exit(0);
        default;;
    }
}

for (i = 0; i < NPROCESSES; i++) {
    ret = waitpid(pid[i], NULL, 0);
    if (ret < 0) ... // Fehler
}

ret = munmap(ptr, NBYTES);
if (ret < 0) ... // Fehler
```



Beispiel: Vektorlänge

- Berechnung der Länge/Norm eines N -Elemente-Vektors mit einem Prozess:

```
#include <math.h>

double
veclen(double vec[])
{
    double sum = 0.0;

    for (int i = 0; i < N; i++) {
        sum += vec[i] * vec[i];
    }

    return sqrt(sum);
}
```



Beispiel: Vektorlänge (2)

- Berechnung der Länge eines N -Elemente-Vektors mit vier Prozessen:

```
double veclen(double vec[]) {
    pid_t pid[4];
    double *ptr = mmap(NULL, 4096, PROT_READ | PROT_WRITE,
                       MAP_SHARED | MAP_ANONYMOUS, -1, 0);

    for (int p = 0; p < 4; p++) {
        if ((pid[p] = fork()) == 0) {
            double sum = 0.0;
            for (int i = p * N / 4; i < (p + 1) * N / 4; i++)
                sum += vec[i] * vec[i];
            ptr[p] = sum;
            _exit(0);
        }
    }
    for (int p = 0; p < 4; p++)
        waitpid(pid[p], NULL, 0);
    double sum = 0.0;
    for (int p = 0; p < 4; p++)
        sum += ptr[p];
    munmap(ptr, 4096);
    return sqrt(sum);
}
```



Beispiel: Vektorlänge (3)

- Hinweis: Beispiel unvollständig
 - `#includes` fehlen
 - Fehlerbehandlung fehlt
 - ...
- Trotzdem sieht man
 - Programmierung sehr viel aufwändiger
 - Programm sehr viel unübersichtlicher
 - eigentlicher Algorithmus kaum noch erkennbar
- Ergebnis ernüchternd
 - Aufwand lohnt sich bei aktuellen Rechnern erst ab etwa $N = 100000$



Vorteil der obigen Lösung: in Multiprozessorsystemen sind **echt-parallele Abläufe möglich**

aber

jeder Prozess hat eigene Betriebsmittel

- Speicherabbildung
- Rechte
- offene Dateien
- Wurzel- und aktuelles Verzeichnis
- ...

=> **Prozess-Erzeugung, Prozess-Terminierung und Prozess-Umschaltungen sind teuer**

