

# Penetration Testing

## IT-Security

Andreas Unterweger

Studiengang Web Business & Technology  
FH Kufstein

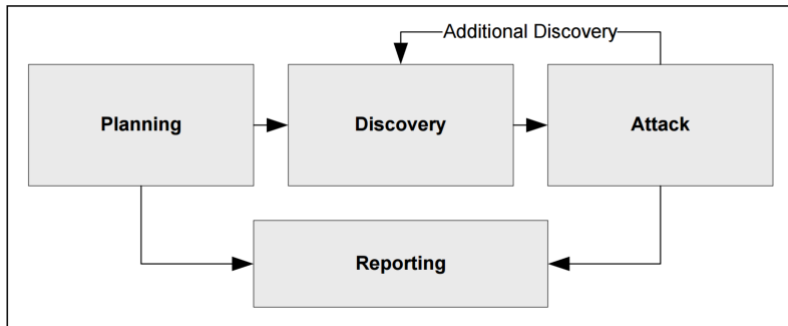
Sommersemester 2019

- Vulnerability Scanning
  - Automatisierte Suche nach Schwachstellen durch Interne
  - Überprüfter Bereich ist fest definiert
  - Ziel: Aktuellen Sicherheitsstand (z.B. nach Umbau) überprüfen
  - Gefundene Schwachstellen werden **nicht** ausgenutzt
  - Ergebnis: Bericht über gefundene Schwachstellen
- Penetration Testing
  - (Meist) manuelle Suche nach Schwachstellen durch Externe
  - Gesamte Infrastruktur des Auftraggebers im Fokus
  - Ziel: Unbekannte Schwachstellen aufdecken
  - Gefundene Schwachstellen dürfen ausgenutzt werden
  - Ergebnis: Vertraulicher Bericht inkl. erbeuteter Daten an Auftraggeber
- Beide Arten von Überprüfungen durch White Hats

- Penetration Testing simuliert (weitestgehend) echten Angriff
- Angriffe in den meisten Ländern unter Strafe
- Vertrag oder Vereinbarung notwendig
  - Erlaubt Penetration Testing **explizit**
  - Enthält meist Verschwiegenheitsvereinbarung
  - Definiert unerlaubte Techniken (z.B. DoS)
  - Klärt Haftungsfragen (z.B. bei unbeabsichtigtem DoS)

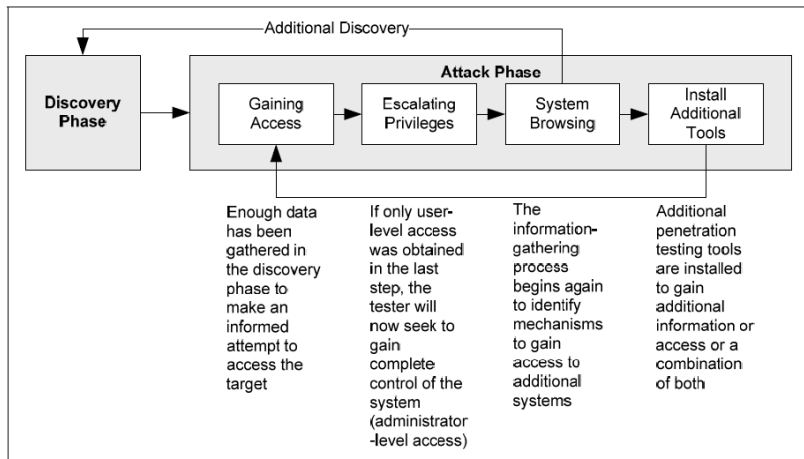
# Modell nach NIST 800-115

- NIST 800-115: *Technical Guide to Information Security Testing and Assessment* (Standard)
- Standardmodell für Penetration-Test-Phasen



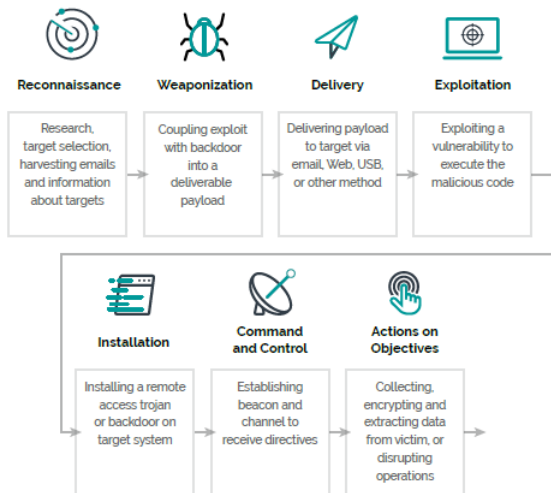
Quelle: Moritz, J.: Pentest Methodologies. <https://www.verifyit.nl/wp/?p=175054> (Zugriff am 11.2.2017), 2016.

# Modell nach NIST 800-115 (Detailansicht)



Quelle: CyberQuote: Vulnerability Assessment. <http://www.cqit.sg/vulnerability-assessment/> (Zugriff am 11.2.2017), 2015.

# Cyber Kill Chain (typische Schritte eines Angreifers)



Quelle: Johnson, B.: Next-Generation Endpoint Security: Understanding Cyber Attacks from a Hacker's Point-of-View. <https://www.carbonblack.com/2016/04/05/6765/> (Zugriff am 11.2.2017), 2016.

- Aktive Informationsbeschaffung
  - Direkte Kommunikation mit dem Zielsystem bzw. -netzwerk
  - Im Zielsystem direkt sichtbar bzw. erkennbar
  - Vorteil: Detailliertere Informationen
  - Nachteil: Oft leicht zu entdecken und zu blockieren
- Passive Informationsbeschaffung
  - Keine direkte Kommunikation mit dem Zielsystem bzw. -netzwerk
  - Stattdessen Internet- und/oder Offline-Recherche
  - Vorteil: Recherche bleibt größtenteils unerkannt
  - Nachteil: Niedrigerer Detailgrad über System(-informationen)

- ping (vgl. letzte Vorlesung)
  - Überprüft Erreichbarkeit des Zielsystems
  - Hauptbedingung: ICMP auf dem System ist nicht deaktiviert
  - Nebenbedingung: ICMP wird nicht gefiltert (z.B. durch Firewall)
- tracer (vgl. letzte Vorlesung)
  - Listet Zwischenstationen (z.B. Firewalls) auf
  - Hauptbedingung: Zwischenstationen unterstützen ICMP
  - Nebenbedingung: ICMP wird nicht auf dem Weg gefiltert
- Informationen über DNS (nslookup bzw. dig)
  - Hosts über DNS-Records ausfindig machen
  - IP-Adressen über Reverse DNS ermitteln
- Geo-Location (Standort aus IP-Adresse ermitteln)
  - Zugewiesene IP-Adressbereiche sind meist geografisch zugeordnet
  - Beispiel: [http://www.ip-adress.com/ip\\_tracer/8.8.8.8](http://www.ip-adress.com/ip_tracer/8.8.8.8)



- Hosterkennung (engl. *host discovery*)
  - Ping an alle Hosts im Subnetz (sog. *ping sweep*)
  - Hosts, die online sind und ICMP unterstützen, antworten
  - Funktioniert nicht, wenn Firewall ICMP blockiert
  - Alternative: Versuch, TCP- oder UDP-Verbindung aufzubauen
- Port Scanning
  - Versuch, offene TCP- oder UDP-Ports zu finden (Antwort vom Host)
  - Bekannte Portnummern erlauben Rückschlüsse auf Dienste, z.B.

22	SSH (TCP, UDP)	110	POP3 (TCP)
25	SMTP (TCP)	143	IMAP (TCP)
53	DNS (TCP, UDP)	443	HTTPS (TCP)
80	HTTP (TCP)	993	IMAPS (TCP)
  - Geschlossene Ports: Antwort per ICMP, dass Dienst nicht verfügbar ist
  - Gefilterte Ports: Keine Antwort (z.B. durch Firewall)

- Diensterkennung (engl. *service detection*)
  - Versuch herauszufinden, welcher Dienst an offenem Port lauscht
  - *Banner Grabbing*: Dienstname, Versionsnummer oder andere Identifikation aus Antwort extrahieren
  - Standard-Banner-Grabbing-Werkzeuge für häufig verwendete Dienste
  - Erfordert je nach Protokoll manchmal manuelle Protokollanalyse
- Betriebssystemerkennung (engl. *Operating System (OS) detection*)
  - Verschiedene Betriebssysteme bzw. -versionen antworten teilweise unterschiedlich auf bestimmte Pakete (ohne Details)
  - Muster erlauben Rückschlüsse auf Betriebssystem(-version)
  - Werkzeuge mit Datenbanken bekannter „Fingerabdrücke“
  - Oft leicht erkennbar durch Einbruchserkennungssystem (engl. *Intrusion Detection System – IDS*) → Abbruch durch Verbindungsblockade

- Suche nach Schwachstellen auf Basis der
  - Laufenden Dienste
  - Installierten Software
  - Installierten Betriebssysteme
  - Versionsinformation (Patch-Status)
  - Konfigurationsinformation (z.B. Verschlüsselungsunterstützung)
  - ...
- Suchoptionen: Automatisch oder manuell
  - Vulnerability Scanner (mit Datenbank) direkt auf Zielsystem angewandt
  - Exploit Database (<http://www.exploit-db.com>)
  - Common Vulnerabilities and Exposures (<http://cve.mitre.org/>)
  - ...
  - Metasuchmaschinen, z.B. <http://exploitsearch.net/>

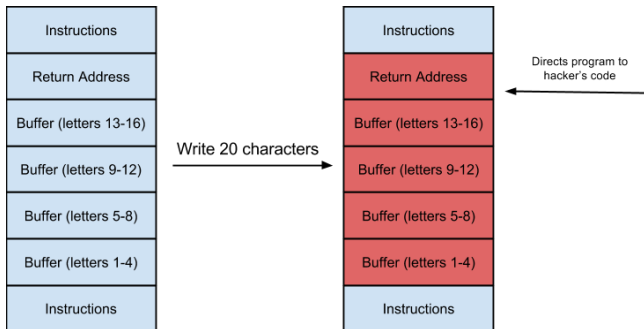
- Unterscheidung nach Gerätetyp
  - Server: tendenziell schwieriger (technisch versierte Benutzer)
  - **Client**: tendenziell einfacher (oft unbedarfte Benutzer)
- Ausnutzung von Schwachstellen in
  - **Applikationen**
  - Diensten (nur Server)
  - **Betriebssystem**
- Menschliche Komponente oft entscheidend (Social Engineering)

# Typische clientseitige Angriffsmethoden (Auswahl)

- Email (mit Anhang)
  - Installation von Schadsoftware
  - Öffnen des Anhangs bzw. der Email meist erforderlich
  - Ausnutzung von Sicherheitslücken in Email- bzw. Anwendungsprogramm (z.B. PDF Reader, Office)
- Besuch von Webseite (z.B. aus Email mit Link)
  - Installation von Schadsoftware (z.B. *Drive-By-Download*)
  - Bei Links Anklicken meist erforderlich
  - Ausnutzung von Sicherheitslücken im Browser oder dessen Plugins
- Gemeinsamkeiten der genannten Methoden
  - Menschliches Zutun notwendig
  - Erfolgswahrscheinlichkeit durch Social Engineering höher
  - Erfolgswahrscheinlichkeit bei veraltetem Patchstatus höher

# Typische Angriffstechniken (Auswahl) I

- Pufferüberlauf (engl. *buffer overflow*)
  - Puffer auf Stack über Maximum gefüllt (meist mangels Überprüfung)
  - Rücksprungadresse wird überschrieben
  - Rücksprungadresse von Pufferinhalt abhängig
  - Puffer kann Schadcode enthalten → Ausführung möglich

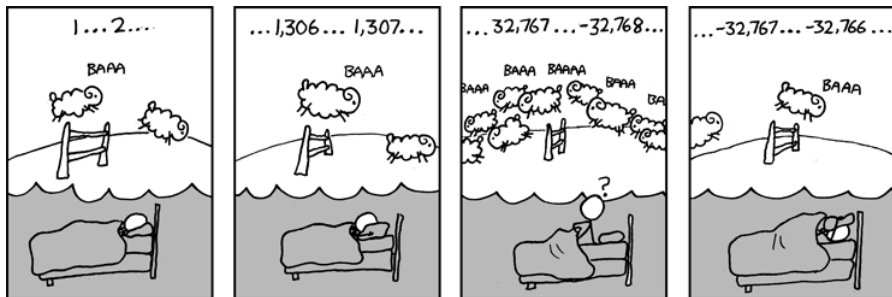


Adaptiert von sever408: Canary (buffer overflow).

[http://www.cbi.umn.edu/securitywiki/CBI\\_ComputerSecurity/MechanismCanary.html](http://www.cbi.umn.edu/securitywiki/CBI_ComputerSecurity/MechanismCanary.html) (Zugriff am 12.2.2017), 2015.

# Typische Angriffstechniken (Auswahl) II

- Ganzzahlüberlauf (engl. *integer overflow*)
  - Ganzzahltypen sind größenbegrenzt
  - Überschreitung der Obergrenze bei Berechnungen führt zu Überlauf
  - Wenn Berechnungsergebnis (Speicher-)Größenangabe → Pufferüberlauf

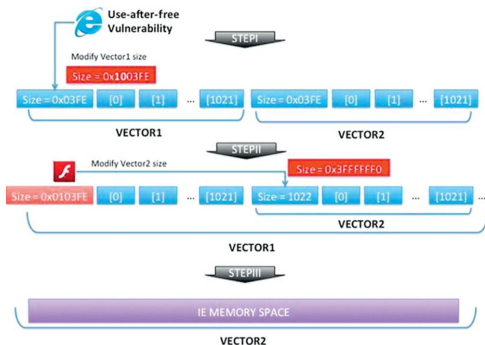


Quelle: Munroe, R.: Can't sleep. <https://xkcd.com/571/> (Zugriff am 12.2.2017), unbekannt.

# Typische Angriffstechniken (Auswahl) III

- *Arbitrary code execution/Remote code execution*

- *Heap spraying*: Wie Pufferüberlauf, aber auf Heap (statt auf Stack)
- Datenbereiche eines Prozesses (z.B. Längen) werden überschrieben
- Überschriebene Teile enthalten Schadcode
- Kontrolle über Prozess → Ausführung von beliebigem Code

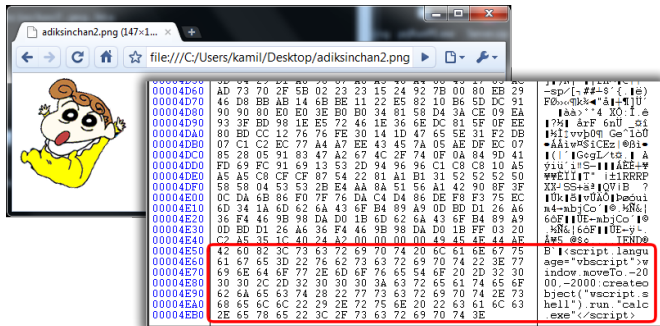


Quelle: Unbekannt: How to Defeat Advanced Malware: New Tools for Protection and Forensics (2015).  
<http://apprize.info/security/malware/2.html> (Zugriff am 12.2.2017), 2015.



# Typische Angriffstechniken (Auswahl) IV

- Beispiel für *Arbitrary code execution* über falsche Dateieindung
  - Beispiel: Daten nach Bilddaten (am Dateiende)
  - Bild bleibt gültig (Daten nach Bilddaten werden ignoriert)
  - Ändern der Dateieindung ändert Interpretation
  - Bilddaten werden ignoriert → Ausführung von beliebigem Code

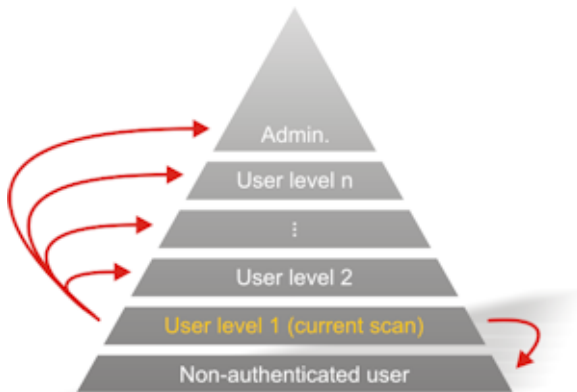


Quelle: Alta, K.: Embedded Script on Images file allowed Arbitrary Code Execution.

<http://blog.data0.net/2010/08/embedded-script-on-images-file-allowed.html> (Zugriff am 12.2.2017), 2010.

# Typische Angriffstechniken (Auswahl) V

- Rechteauserweiterung (engl. *privilege escalation*)
  - Ziel: Höhere Rechte bzw. Rechte eines anderen Nutzers erlangen
  - Erweiterte Rechte ermöglichen erweiterten Zugriff



Quelle: IBM: Privilege Escalation view. [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSPH29\\_9.0.3/com.ibm.help.common.infocenter.apst\\_TestPrivilegeEscalation080.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSPH29_9.0.3/com.ibm.help.common.infocenter.apst_TestPrivilegeEscalation080.html) (Zugriff am 12.2.2017), 2015.

- Stuserhebung
  - Welche Rechte (keine, Benutzer, Admin) hat man?
  - Welche Informationen sind direkt zugreifbar?
  - Welche neuen (Netzwerk-)Verbindungen gibt es?
- Weitere Reconnaissance
  - Andere Benutzer auf dem Rechner (für Rechteausweitung)
  - **Daten auf dem Rechner**
  - Andere Rechner im Netzwerk
- Spuren beseitigen (z.B. Logdateien)
- **Zugriff aufrecht erhalten**
  - Installation einer Hintertür
  - Passwörter sammeln und versuchen zu knacken
- Dokumentieren (**Bericht schreiben**)

- Betriebssysteminformationen (für weitere Angriffe)
  - Anwendungs(-versions-)informationen (für weitere Angriffe)
  - Passwörter (vgl. später)
  - Live-Aufnahmen
    - Bildschirm (Screenshots)
    - Tastatur (über temporären Keylogger)
    - Umgebung, z.B. über Webcam oder Mikrofon
  - Benutzerdateien
  - Dateien auf Netzlaufwerken
  - ...
- Zusätzliche Informationen über neue Angriffsziele

- Vermeiden neuerlicher Ausnutzung derselben Angriffsvektoren
- Installation von Schadsoftware (Varianten vgl. letzte Vorlesung)
- Beispiel: Netzwerkdienst, der lauscht und auf Befehle wartet
- Vor Installation
  - Deaktivierung von Virenschannern
  - Deaktivierung von Firewalls
  - Deaktivierung anderer Sicherheitsmaßnahmen
- Installation im System möglichst dauerhaft
- Installation für automatischen Start, z.B. in Registry (Windows)
- Automatische Verbindung zu Angreifer möglich



- Kriterien
  - Beinhaltet detaillierte Ursachenforschung
  - Beinhaltet **keine** nicht ausnutzbaren Schwachstellen
  - Einfach, verständlich und ortografisch korrekt
  - Konsistent formatiert und strukturiert (Abschnitte)
- Zielgruppengerechter Fokus
  - Geschäftsführungsebene: Kurz und prägnant mit Risikobewertung (vor vs. nach Gegenmaßnahmen)
  - Führungsebene (mittleres Management): Schwachstellenbewertung und allgemeine Empfehlungen zur Erhöhung der Sicherheit
  - Techniker: Details zur Schwachstellenauffindung, -ausnutzung und -beseitigung
- Beispiel: <https://www.offensive-security.com/reports/sample-penetration-testing-report.pdf>

Fragen?