Fachhochschule
Dortmund
University of Applied Sciences and Arts

Informationssicherheit – SoSe 2023
Organisatorisches & Motivation

Prof. Dr. Holger Schmidt
holger.schmidt004[at]fh-dortmund.de

Fachhochschule Dortmund
Fachbereich Informatik
Professur für IT-Sicherheit, Informatik

IT-Sicherheit, Informatik

Professur für IT-Sicherheit, Informatik I

Fachhochschule Dortmund
University of Applied Sciences and Arts

- Prof. Dr. Holger Schmidt

- **Informationssicherheit** (46813)
  - Informatik (Bachelor, 4. Sem., Pflicht)
  - Informatik Dual (Bachelor, 2. Sem., Pflicht)

- **Datenschutz und Datensicherheit** (46813)
  entspricht inhaltlich der Veranstaltung Informationssicherheit
  - Wirtschaftsinformatik (Bachelor, 6. Sem., Wahlpflicht)

- **Informationssicherheit für die Medizin** (46815)
  basiert inhaltlich auf der Veranstaltung Informationssicherheit, ergänzt um einen Medizinkontext
  - Medizinische Informatik (Bachelor, 4. Sem., Pflicht)
  - Medizinische Informatik Dual (Bachelor, 4. Sem., Pflicht)

Professur für IT-Sicherheit, Informatik II

- **Fortgeschrittene Informationssicherheit** (46900)
  - Informatik (Bachelor, 4.-6. Sem., Wahlpflicht)
  - Informatik Dual (Bachelor, 5.-9.. Sem., Wahlpflicht)
  - Medizinische Informatik (Bachelor, 5.-7. Sem., Wahlpflicht)
  - Medizinische Informatik Dual (Bachelor, 7.-9. Sem., Wahlpflicht)
- **Ausgewählte Aspekte der Informationssicherheit** (46857)
  - Informatik (Master, 1.-3. Sem., Wahlpflicht)
  - Medizinische Informatik (Master, 1.-3. Sem., Wahlpflicht)
  - Wirtschaftsinformatik (Master, 1.-3. Sem., Wahlpflicht)
- **Projekt- und Abschlussarbeiten**

Organisatorisches

Konzept und Termine

Materialien ILIAS (https://www.ilias.fh-dortmund.de/)

Vorlesung **2 SWS Vorlesung in Präsenz**

Dienstags, 12-13:30 Uhr; Beginn: 28.03.2023; Raum A.E.01

Vorlesungsfolien und **handschriftliche Notizen**

Übung **2 SWS Übung in Präsenz**

Termine siehe Studienportal
(https://portal.fh-dortmund.de/)

Wöchentliche **Bearbeitung von Übungsblattern** als Hausaufgaben (Aufwand ca. 1-4h!)

Präsentation der Hausaufgaben durch Studierende

Medizinische Informatik Zusatztermin Montags, 08.05.2023, 10:15-13:35 Uhr; Raum A.E.02

Prüfung 90-minütige Klausur

Bonuspunkte I

- **Votiersystem für Bonuspunkte** gemäß §27 RahmenPO bzw. der jeweils gültigen PO der Studiengänge
- Als Paar **mindestens 60%** der Übungsaufgaben jeweils bis 23 Uhr am Vortag der Vorlesung zum Präsentieren votiert
- Votierung über wöchentliche **ILIAS Umfrage**, dabei Partner in Freitextfeld eintragen
- Welches Paar welche Übungsaufgabe präsentiert wird in jeweiliger Übung **zufällig bestimmt**. Nichtanwesenheit führt zu Bewertung der Präsentation als nicht erfolgreich.

Bonuspunkte II

- Präsentation so, dass eine **(nahezu) korrekte Lösung** gezeigt wird, die auch erklärt werden kann. Anderenfalls wird die Präsentation als nicht erfolgreich bewertet.
- Nicht erfolgreiches Präsentieren kann einmalig ausgeglichen werden.
- Nach zweimaliger erfolgreicher Präsentation werden **10 Bonuspunkte** für die Klausur vergeben.
- Die Bonuspunkte verfallen mit Beginn der neuen Vorlesung im übernächsten Semester.

Literatur

- *IT-Sicherheit – Konzepte - Verfahren - Protokolle* von Eckert (2018)
- *Kryptografie – Verfahren - Protokolle - Infrastrukturen* von Schmeh (2016)

Ergänzend:

- *Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems* von Anderson (2020)
- ISO/IEC 27000, 2018

Die Literatur ist typischerweise in der Hochschulbibliothek (auch als eBooks) verfügbar.

Hacking Hinweise

Hacking Hinweise

Earl Boebert: „In my view, a defender who doesn't know how to attack is no defender at all."

- Die in der Veranstaltung behandelten Schwachstellen und Angriffe dienen ausschließlich der Ausbildung im Rahmen des Studiums.
- Entsprechend dürfen auf keinen Fall Schwachstellen ausgenutzt und Angriffe durchgeführt werden, denn dies hat in der Regel **strafrechtliche Konsequenzen** im Sinne hoher Geld- und Haftstrafen.
- Sogenanntes **„Pentesting" (Ethical Hacking)** darf (wenn überhaupt) nur unter Laborbedingungen durchgeführt werden, d. h. ohne dabei einen laufenden IT-Betrieb zu stören und nur unter Verwendung vollständig lokaler, nicht vernetzter sowie eigener Infrastruktur.
- Im Zweifel **erkundigen Sie sich vorab** bei Prof. Dr. Holger Schmidt.

Klausurhinweise

Klausurhinweise

- Sämtliche in der Vorlesung und Übung behandelten Inhalte sind relevant für die Klausur (siehe auch Lernziele).
- Die Klausuraufgaben orientieren sich typischerweise an den Übungsaufgaben und natürlich an den in der Vorlesung vorgestellten Materialien.
- Übungsaufgaben, die hinsichtlich des Aufgabentyps und Schwierigkeitsgrades auch Klausuraufgaben sein könnten, sind als solche mit einem „K“ markiert. Dabei ist auch die zur Lösung veranschlagte Zeit angegeben (als grober Richtwert, relativ z. B. zur Qualifikation).
- Übungsaufgaben ohne entsprechende Markierung sind nicht per se als Klausuraufgaben ausgeschlossen.
- Klausureinsicht gemäß §13 RahmenPO

Nutzungsbedingungen

Nutzungsbedingungen

- Das gesamte Lehr- und Lernmaterial (Vorlesungsfolien, Vorlesungsnotizen, Übungsblätter, Screencasts, etc.) wird ausschließlich begleitend zur diessemestrigen Lehrveranstaltung zur Verfügung gestellt.
- Der Zugriff auf diese Materialien ist durch ein Passwort geschützt und wird somit nur den Veranstaltungsteilnehmern ermöglicht.
- Eine Weiterverbreitung dieser Materialien, insbesondere auch über das Internet, ist ausdrücklich untersagt bzw. bedarf einer vorherigen expliziten Erlaubnis von Prof. Dr. Holger Schmidt.

Themen & Lernziele

Themen & Relevanz

- Terminologie
- Standards & Recht
- Faktor Mensch & Organisatorische Sicherheitsmaßnahmen
- Technische Sicherheitsmaßnahmen
  - Kryptographische Verfahren
  - Authentifikation
  - Zugriffskontrolle
- Entwicklung sicherer Software

OWASP Top 10[1]

A01 Broken Access Control

A02 Cryptographic Failures

A03 Injection

A04 Insecure Design

A07 Identification and Authentication Failures

A08 Software and Data Integrity Failures

[1] https://owasp.org/Top10/, aufgerufen am 27. März 2023

Lernziele

Die Studierenden sind in der Lage,

- grundlegende **Terminologie** der Informationssicherheit zu definieren, zu differenzieren und zu erklären.
- die zentrale Bedeutung von **Standardisierung** in der Informationssicherheit zu verstehen und methodisch abzubilden.
- selbständig Informationen über **Schwachstellen und Bedrohungen** zu sichten, zu analysieren und darauf aufbauend fundierte Entscheidungen zu treffen.
- **organisatorische und technische Sicherheitsmaßnahmen** zu erklären und anzuwenden.

Ausblick


Security Awareness
Digitale Signaturen
Sicherheitsprotokolle
Physikalische Sicherheit
Informationsflußkontrolle
Privacy-Enhancing Technologien
Intrusion und Malware Detection
Faktor Mensch
Sicherheitsstandards
Entwicklung sicherer Software
Verfügbarkeit
Vertraulichkeit
Zugriffskontrolle
Integrität
Authentifikation
Fallbeispiele
Zertifikate
Kryptografie
PKI
Schwachstellen
Bedrohungen
Betriebssystemsicherheit
Sicherheitsmanagement
Biometrische Systeme
Netzwerksicherheit
Trusted Computing

(White Hat) Hacker

Motivation

Quelle des Logos:
http://heartbleed.com/,
aufgerufen am 27. März 2023

Heartbleed

Bruce Schneier[1]:

„‘Catastrophic’ is the right word. On the scale of 1 to 10, this is an 11.“

- Schwachstelle (CVE-2014-0160) in **OpenSSL**
- Offenlegung geheimer Schlüssel und dadurch nachträgliche Entschlüsselung aufgezeichneter SSL/TLS verschlüsselter Verbindungen
- Sehr große Verbreitung von OpenSSL im Web, Kommunikation, Embedded Systems u. v. m.
- **Heartbleed** bestand 27 Monate: veröffentlicht am 14.03.2012 mit OpenSSL 1.0.1 und behoben am 07.04.2014 mit OpenSSL 1.0.1g

Quelle des Logos:
http://heartbleed.com/,
aufgerufen am 27. März 2023

[1] https://www.schneier.com/blog/archives/2014/04/heartbleed.html, aufgerufen am 27. März 2023

Hintergrund – SSL/TLS

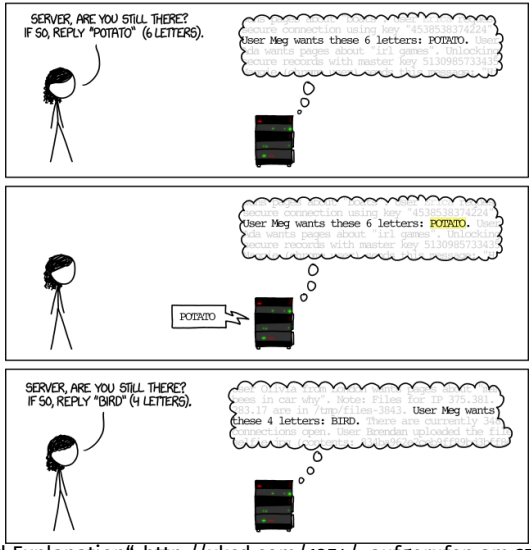
- **Secure Socket Layer** (SSL) bzw. die mit Version 3.0 eingeführte Bezeichnung **Transport Layer Security** (TLS)
- SSL/TLS nutzt ein symmetrisches Kryptosystem, d. h. beide Teilnehmer (Server und Client) verwenden den gleichen Schlüssel.
- Die Schlüssel werden individuell bei der Erstellung einer Session zwischen Client und Server generiert.
- SSL/TLS wird typischerweise bei HTTPS eingesetzt.
- OpenSSL ist eine der verbreitetsten Implementierungen von SSL/TLS.

Namensgebung

- **Heartbleed** stammt vom Namen der betroffenen **Heartbeat**-Komponente RFC 6520[2] (Requests for Comments) von OpenSSL ab.
- Heartbeat simuliert einen Herzschlag durch regelmäßigen Austausch von Datenpaketen (Payload) zwischen Server und Client.
- Heartbeat dient als Mechanismus zur Aufrechterhaltung einer SSL/TLS Verbindung und als Bestätigung der **Verfügbarkeit** beider Seiten.

[2] https://tools.ietf.org/html/rfc6520, aufgerufen am 27. März 2023

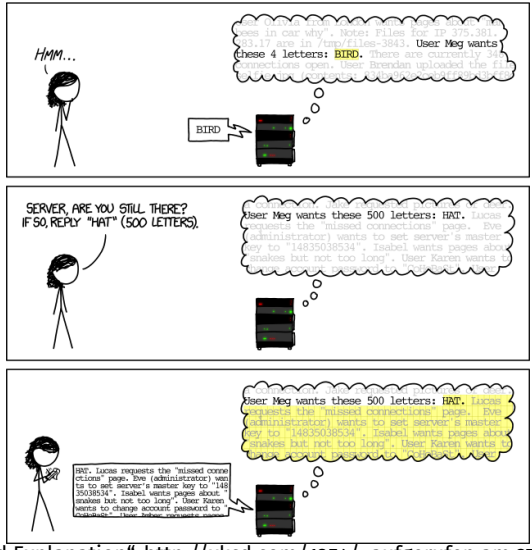
xkcd Webcomic – Teil 1



„Heartbleed Explanation“, http://xkcd.com/1354/, aufgerufen am 27. März 2023, lizensiert unter CC BY-NC 2.5.0[3]

[3] https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/

xkcd Webcomic – Teil 2



„Heartbleed Explanation“, http://xkcd.com/1354/, aufgerufen am 27. März 2023, lizensiert unter CC BY-NC 2.5.0[4]

[4]https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/

Ursache

- OpenSSL ist größtenteils in der Programmiersprache C verfasst.
- Ursächlich für Heartbleed ist ein **Programmierfehler**:
  - Prüfung einer Eingabevariable versäumt, in der die Länge der zurückzuliefernden Daten mitgeteilt wird
  - Dadurch ist ein lesender Zugriff über die Grenzen der zurückzuliefernden Daten hinaus möglich (**buffer over-read**).

Analyse

Auswirkungen:

- Offenlegung von kritischen Daten, z. B. Benutzernamen mit Passwörtern und privater Schlüssel des Serverzertifikats

Fehlerbehebung:

- Ignorieren von Heartbeat-Nachrichten, die nach mehr Daten fragen als für den Payload nötig

Analyse:

- Fehler in Komponente zur Gewährleistung der Verbindungsverfügbarkeit bedroht Maßnahmen die Vertraulichkeitsziele implementieren
- Banale Fehler (unvollständige Implementierung)
- Performanz über Sicherheit (OpenSSL umgeht vorhandene C-Sicherheitsmechanismen)
- Keine Rollentrennung (Spezifikation, Programmierung und Validierung durch eine Person)

Fehlerdetails

- Fehler in Funktion `tls1_process_heartbeat(SSL *s)`[5]
- Eine **HeartbeatMessage** wird via **SSL3_RECORD** Struct übermittelt.
- **SSL3_RECORD** enthält u. a. die Variablen **length** als Beschreibung der Anzahl übermittelter Bytes und **data** als Zeiger auf den Anfang der **HeartbeatMessage**.
- Die Variable **payload_length** der **HeartbeatMessage** beschreibt die Anzahl der Bytes des zurückzusendenden Payloads.
- Der Sender der **HeartbeatMessage** bestimmt die Größe des Payloads und kann diese wegen fehlender Überprüfung gezielt missbrauchen.
- **SSL3_RECORD length** und **HeartbeatMessage payload_length** müssten verglichen und auf Abweichungen hin überprüft werden.
- Angreifer kann von **SSL3_RECORD length** abweichende Payloads anfordern und erhält diese auch.

[5] https://git.openssl.org/gitweb/?p=openssl.git;a=blob;f=ssl/t1_lib.c;h=c5c805cce286d12d81c5fdccfe9173d61a68ee82;hb=4817504d069b4c5082161b02a22116ad75f822b1, aufgerufen am 27. März 2023

Lösungsmöglichkeiten

- Die Entwickler von OpenSSL haben einen Patch (Version 1.0.1g)[6] veröffentlicht („Patch and pray“).
- Alternativ kann bzw. konnte jeder Zeit OpenSSL ohne die betroffene Heartbeat-Komponente kompiliert werden (`-DOPENSSL_NO_HEARTBEATS`)
- Besser: Designprinzip **Perfect Forward Secrecy**

[6] https://git.openssl.org/gitweb/?p=openssl.git;a=blobdiff;f=ssl/t1_lib.c;h=bcb99b819dadaebdf2c8f88d92ee9024c45f9df3;hp=a2e2475d136f33fa26958fd192b8ace158c4899d;hb=731f431497f463f3a2a97236fe0187b11c44aead;hpb=4e6c12f3088d3ee5747ec9e16d03fc671b8f40be, aufgerufen am 27. März 2023

Nach 3 Jahren … OpenSSL blutet noch

Quelle: https://twitter.com/achillean/status/823275177802862592/photo/1, aufgerufen am 27. März 2023

Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Organisatorische Rahmenbedingungen festgelegt
- Themen und Lernziele übergreifend definiert
- Motivierendes Beispiel kennengelernt

Weiterführende Literatur

Weiterführende Literatur

- http://heartbleed.com/, aufgerufen am 27. März 2023
- https://web.nvd.nist.gov/view/vuln/detail?vulnId=CVE-2014-0160, aufgerufen am 27. März 2023
- https://tools.ietf.org/html/rfc6520, aufgerufen am 27. März 2023
- https://www.theregister.co.uk/2014/04/09/heartbleed_explained/, aufgerufen am 27. März 2023
- https://nakedsecurity.sophos.com/2014/04/08/anatomy-of-a-data-leak-bug-openssl-heartbleed/, aufgerufen am 27. März 2023
- https://git.openssl.org/, aufgerufen am 27. März 2023

Literatur

- Anderson, R. (2020). *Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems* (3. Aufl.). John Wiley & Sons Inc. https://www.cl.cam.ac.uk/~rja14/book.html (siehe S. 9).
- Eckert, C. (2018). *IT-Sicherheit: Konzepte - Verfahren - Protokolle* (10. Aufl.). De Gruyter Oldenbourg. (Siehe S. 9).
- ISO/IEC 27000. (2018). ISO/IEC 27000: Information technology – Security techniques – Information security management systems – Overview and vocabulary. (Siehe S. 9).
- Schmeh, K. (2016). *Kryptografie – Verfahren - Protokolle - Infrastrukturen* (6. Aufl.). dpunkt.verlag. (Siehe S. 9).