UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Department of Computer Science

Seminar

IT Sicherheit

Remailer: Typ I bis III

Eingereicht am:

14. November 2015

Eingereicht von:

Mervyn McCreight

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

List of Listings

1 Grundlagen

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetuer.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros,

malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

1.1 Motivation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui

cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetuer.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

[Knu98]

1.2 Zeitstrahl der Entwicklung

2 Typ-I Remailer

Ca. 1994 beschloss eine Interessensgruppe mit dem Namen "Cypherpunk", das Prinzip eines Remailers aufzugreifen und zu verbessern und entwickelten das Cypherpunk-Remailer Protokoll. Dieses wird als Typ-I Remailer klassifiziert. Ziel der Entwicklung war es, die Unsicherheiten des Typ-0 Remailer zu beseitigen. Anders als bei dem Typ-0 Remailer, der ein pseudonymisierender Remailer ist, handelt es sich bei dem Typ-I Remailer um einen anonymisierenden Remailer. Das Ziel einer Anonymisierung ist das Verändern personenbezogener Daten in der Art, dass es unmöglich ist diese Daten einer Person zuzuordnen. [1] Die Anonymisierung bezieht sich in diesem Fall auf den Absender, sodass es das Ziel ist, jede Information über den Absender der Nachricht zu verstecken [2]. Folgerichtig bietet ein anonymisierender Remailer deutlich mehr Geheimnisschutz als ein pseudonymisierender Remailer.

2.1 Cypherpunk

2.2 Mix Netzwerke

Die technische Umsetzung des Cypherpunk-Remailers wurde sehr stark von der Idee der Mix Netzwerke von David Chaum beeinflusst. Ein Mix-Netzwerk ermöglicht anonyme Kommunikation innerhalb eines Netzwerkes. Ziel ist unter anderem, dass der Empfänger gegenüber dem Sender verborgen bleibt [3]. Ein Mix-Netzwerk besteht aus einer beliebig großen Menge an Mixen M. Ein Mix in einem Mix-Netzwerk ist üblicherweise ein Server, der von beliebigen Personen betrieben werden kann. Ein Mix fungiert in einem Mix-Netzwerk als Nachrichtenübermittler. Er versendet empfangene Nachrichten in der Form weiter, sodass sie nicht mehr auf angenommene Nachrichten zurückzuführen sind. Durch diese Eigenschaft wird Senderanonymität gewährleistet.

2.3 Nachrichtenaustausch

Einige Konzepte des Mix-Netzwerkes wurden aufgegriffen um den Typ-I Remailer zu entwickeln. Die wichtigsten Aspekte sind das Verschleiern des Nachrichtenweges durch das Senden über beliebige Knoten eines Netzwerks, sowie die schichtenweise Verschlüsselung einer Nachricht [4]. Zur Verschlüsselung der Nachrichten wird das PGP-Verfahren verwendet. Es handelt sich hierbei um ein Public-Key Verfahren, sodass ein Schlüsselpaar bestehend aus privatem und öffentlichem Schlüssel benötigt wird. Nachrichten, die über das Typ-1 Remailer Protokoll versendet werden sollen, durchlaufen dementsprechend mehrere Remailer. Möchte Alice eine Nachricht N an Bob übermitteln, sucht sie sich aus

[1] vgl. § 3 Abs. 6 BDSG
[2] vgl. S. 151 [HF13]
[3] In Mix Netzwerken bleibt zusätzlich noch der Empfänger dem Sender unbekannt. Diese Eigenschaft ist für die weitere Betrachtung dieser Ausarbeitung jedoch nicht wesentlich und wird dementsprechend nicht betrachtet.
[4] vgl. S. 84 [SS13]

einer gegebenen Menge von Cypherpunk-Remailern eine endliche Teilmenge $C = (C_1, C_2, ..., C_n)$ an Remailern aus, über die die Nachricht Schritt für Schritt an Bob übertragen wird. Jeder Remailer verfügt für die PGP-Verschlüsselung über je einen öffentlichen Schlüssel E_C und einen privaten Schlüssel D_C. Im Folgenden wird eine Nachricht N, die mit einem öffentlichen Schlüssel E_x verschlüsselt wurde, als $E_x(N)$ bezeichnet. Für die selektierte Teilmenge an Remailern definiert Alice eine Routingreihenfolge $A = (A_1, A_2, ..., A_n, A_{Bob})$. Der letzte Eintrag A_{Bob} ist notwendig, da der letzte Remailer in der Kette die Nachricht letztendlich an Bob übermitteln muss. Alice verschlüsselt nun ihre Nachricht zusammen mit den entsprechenden Routing-Informationen nacheinander mit den öffentlichen Schlüsseln E_{C_x} der selektierten Remailer, in rückwärtiger Reihenfolge der Routingordnung, beginnend mit dem letzten Remailer C_n (schichtenweise Verschlüsselung):

$$N' = (A_1, E_{C_1}(A_2, E_{C_2}(...(A_n, E_{C_n}(A_{Bob}, E_{Bob}(N))) \tag{2.1}$$

Anschließend initialisiert sie das Versenden der Nachricht, indem sie N' an C_1 schickt.

Eine Nachricht, die einen Typ-1 Remailer erreicht, enthält so, nach Entschlüsselung mit Hilfe des eigenen privaten Schlüssels D_C, folgende Informationen:

- eine Adresse A_i
- eine (verschlüsselte) Nachricht $E_j(...)$

Der Routing-Information R entnimmt der Remailer, an wen die Nachricht $E_x(...)$ weitergeleitet werden soll. Vor dem Weiterleiten der Nachricht modifiziert der Remailer den Header der Nachricht in der Art, dass unkenntlich gemacht wird von wem er diese Nachricht empfangen hat. Essentiell ist, dass ein Remailer durch die Adressinformation A nur den die Adresse des direkten Nachfolgers erhält. Außer Alice ist niemandem der vollständige Pfad des Nachrichtenverlaufs durch das Remailer-Netzwerk bekannt. Auf diese Weise wird verhindert, dass der Betreiber eines solchen Remailers in der Lage ist die Anonymisierung des Absenders zu kompromittieren. Dieses Verfahren wird fortgeführt, bis die Nachricht über den letzten Remailer C_n der Routingordnung den eigentlichen Empfänger Bob erreicht [5].

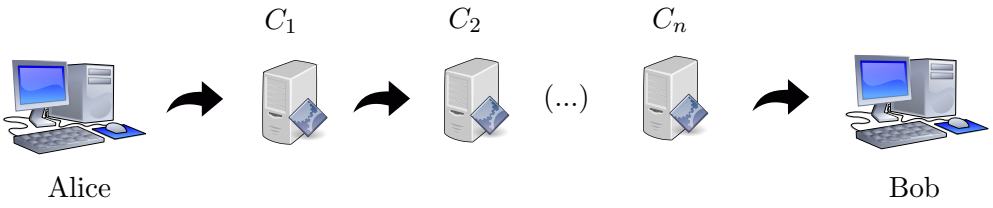

Abbildung 2.1: Nachrichtenpfad im Typ-1 Remailer Protokoll im Beispiel

Als Absender ist Bob nun lediglich die Adresse des Remailers C_n bekannt. Der ursprüngliche Absender der Nachricht Alice bleibt verborgen. Auf diese Weise ist es Bob in diesem Protokoll allerdings nicht möglich, einem Absender einer Nachricht eine Antwort zu schicken.

[5] vgl. S. 72-77 [Kub07]

2.4 Analyse

2.4.1 Sicherheit

Auf den ersten Blick vielversprechend wirkend, sind die Cypherpunk-Remailer bei einer genaueren Betrachtung jedoch nicht sicher[6]. Geht man davon aus, dass es einem potentiellen Angreifer Eve möglich ist, den verursachten Traffic zu analysieren, ist es Eve möglich den Pfad einer Nachricht zu verfolgen (Traffic-Analyse). Dass dies möglich ist, hat im Wesentlichen zwei Gründe:

- Ein Remailer ändert die Größe einer Nachricht nur minimal.
- Ein Remailer leitet die Nachricht nach Empfang sofort weiter.

Das nur geringfügige Ändern der Nachrichtengröße (lediglich die Routing-Informationen entfallen), ermöglicht eine Zurordnung zwischen eingehenden und ausgehenden Nachrichten. Das sofortige Weiterleiten der Nachricht erleichtert diese Zuordnung ebenfalls. Diese Eigenschaften genügen Eve möglicherweise, den Verlauf einer Nachricht anhand des Sendezeitpunkts und der Größe zu verfolgen.

2.4.2 Zuverlässigkeit

- Ist ein gewählter Remailer defekt, oder ist nicht kompatibel (leicht anderes Protokoll), kommt Nachricht nicht an. Der Sender und der Empfänger bekommen davon nichts mit, weil beide dem Remailer unbekannt sind.

[6] sicher insofern, dass die Anonymität eines Absenders gewährleistet wird.

3
Typ-II Remailer

3.1 Motivation

- Entstand nach Vorschlägen von Lance Cottrell - analysierte u.A. Schwächen von Cypherpunk-Remailern. - Schwächen von Cypherpunk Remailer analysiert und ausbessern, sicheres Protokoll für anonymes Remailen schaffen. - 1995

3.2 Funktionsweise

- benötigt anders als Cypherpunk-Protokoll einen Client. - basiert weiterhin auf Netzwerk von Remailern -> Nachrichten verschlüsseln mit asymmetrischem Verfahren (Public und Private Key) - Header Informationen manipulieren -> absenderbezogene Informationen entfernen.

- aufteilen in mehrere gleichgroße Chunks. Zu kleine Blöcke werden mit Dummy-Daten aufgefüllt. <- verhindert Verfolgung anhand der Größe - Chunks gehen (möglicherweise) über verschiedene Remailer-Ketten. Nur der letzte Remailer muss identisch sein. Nur er kann Nachricht zusammensetzen und an Empfänger weiterleiten. - Nachrichtenpool als Nachrichtenspeicher zum Sammeln. - Nachrichten aus Pool in zufälliger Reihenfolge wieder versenden. <- Verhindert Verfolgung anhand von Zeitpunkt - Wenn Pool nicht rechtzeitig voll, füllt Remailer Pool mit Dummy-Nachrichten und schickt sie auch raus. - Integritätscheck von Nachrichten über Signatur.

3.3 Sicherheitsanalyse

- gilt als sicher - nur theoretischer Angriff denkbar Ein Angreifer hält die Nachricht, deren Empfänger er herausfinden möchte, zurück. Danach sendet er eigene Nachrichten an den Mixmaster. Dies macht er solange bis der Nachrichtenpool des Mixmasters mit seinen Nachrichten gefüllt ist. Danach schickt er die zurückgehaltene Nachricht los. Alle Nachrichten, die durch den Mixmaster gehen, werden entweder an den Angreifer oder aber an eine dritte Adresse gesendet. Die dritte Adresse ist die des Empfängers der zurückgehaltenen Nachricht.

4

Nym Server

4.1 Motivation

4.2 Umsetzung mit Hilfe von Typ-I Remailern

5 Typ-III Remailer

5.1 Motivation

5.2 SURBs

5.3 Nachrichten

5.3.1 Typisierung

5.3.2 Ununterscheidbarkeit

5.4 Verzeichnisserver

5.5 evtl. Nachrichtenaustausch

5.6 Sicherheitsanalyse

6

Zusammenfassung

6.1 aktueller Stellenwert der einzelnen Typen

Literaturverzeichnis

[HF13] P. Horster and D. Fox. *Datenschutz und Datensicherheit: Konzepte, Realisierungen, Rechtliche Aspekte, Anwendungen.* DuD-Fachbeiträge. Vieweg+Teubner Verlag, 2013.

[Knu98] Donald E. Knuth. *The Art of Computer Programming, Volume 3: (2Nd Ed.) Sorting and Searching.* Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc., Redwood City, CA, USA, 1998.

[Kub07] J. Kubieziel. *Anonym im Netz: Techniken der digitalen Bewegungsfreiheit.* Open Source Press, 2007.

[SS13] J. Sambleben and S. Schumacher. *Informationstechnologie und Sicherheitspolitik: Wird der dritte Weltkrieg im Internet ausgetragen?* Books on Demand, 2013.