IT-Sicherheit Seminar

Remailer: Typ-I bis Typ-III

Mervyn McCreight

FH-Wedel

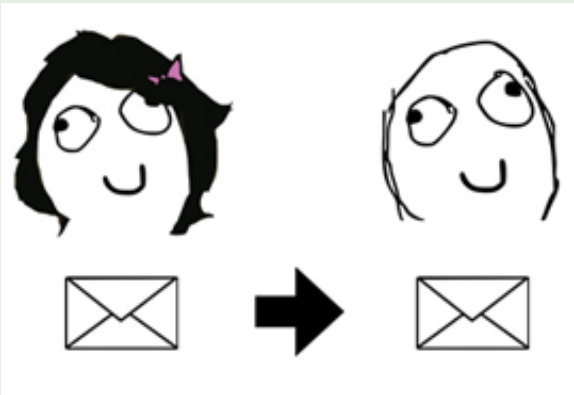
14. November 2015

Inhaltsverzeichnis

Motivation

Warum Remailer?

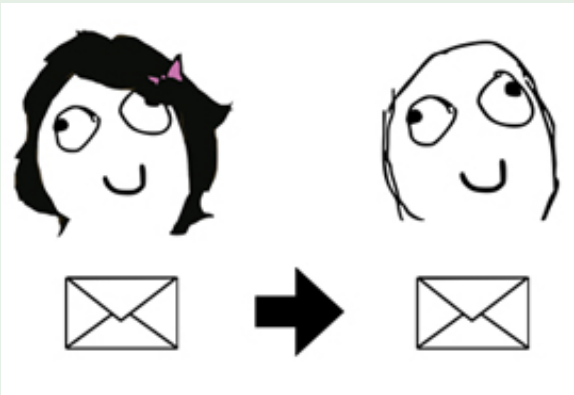
Sitzung



- Alice möchte Bob Nachricht senden
- Normal: Schutz des Inhalts
- Jetzt: Schutz der Identitäten

Warum Remailer?

Sitzung



- Alice möchte Bob Nachricht senden
- Normal: Schutz des Inhalts
- Jetzt: Schutz der Identitäten

Angreifer Eve möchte Ziele gefährden

- Netzwerk beobachten
- Einsicht in Traffic
- Pakete abfangen, senden, manipulieren und senden

Cypherpunk-Remailer

Cypherpunk-Remailer

Wesentliche Eigenschaften

- Klassifizierung: Typ-I Remailer
- "Cipher", "Cyber", "Punk"
- Anonymisierend
- Inspiration: Mix-Netzwerke *(David Chaum)*
- E-Mail Protokoll

Cypherpunk-Remailer

Wesentliche Eigenschaften

- Klassifizierung: Typ-I Remailer
- "Cipher", "Cyber", "Punk"
- Anonymisierend
- Inspiration: Mix-Netzwerke *(David Chaum)*
- E-Mail Protokoll

Cypherpunk-Remailer

Wesentliche Eigenschaften

- Klassifizierung: Typ-I Remailer
- "Cipher", "Cyber", "Punk"
- Anonymisierend
- Inspiration: Mix-Netzwerke *(David Chaum)*
- E-Mail Protokoll

Cypherpunk-Remailer

Wesentliche Eigenschaften

- Klassifizierung: Typ-I Remailer
- "Cipher", "Cyber", "Punk"
- Anonymisierend
- Inspiration: Mix-Netzwerke *(David Chaum)*
- E-Mail Protokoll

Cypherpunk-Remailer

Wesentliche Eigenschaften

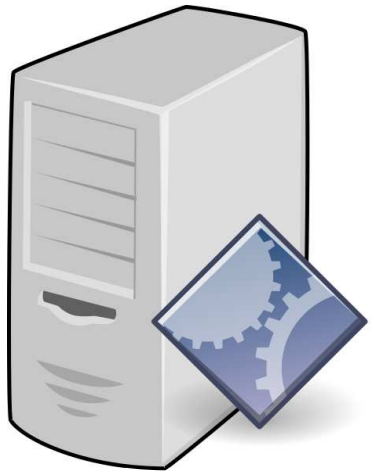
- Klassifizierung: Typ-I Remailer
- "Cipher", "Cyber", "Punk"
- Anonymisierend
- Inspiration: Mix-Netzwerke *(David Chaum)*
- E-Mail Protokoll

Cypherpunk-Remailer

Basis des Protokolls

Netzwerk von mehreren verschiedenen Cypherpunk-Remailern

Cypherpunk-Remailer C



- öffentlicher Schlüssel D_C
- privater Schlüssel E_C
- Nachricht entschlüsseln und weiterleiten
- Nachrichten-Header modifizieren

Cypherpunk-Remailer - Vorbereitung

Alice kennt:

- Remailer-Netzwerk $C_1, C_2, ..., C_n$
- öffentliche Schlüssel $E_{C_1}, E_{C_2}, ..., E_{C_n}$

Alice muss

- Auswahl Remailer
- Reihenfolge bestimmen

Ziel

Nachricht wird über Pfad an Bob gesendet

Cypherpunk-Remailer - Vorbereitung

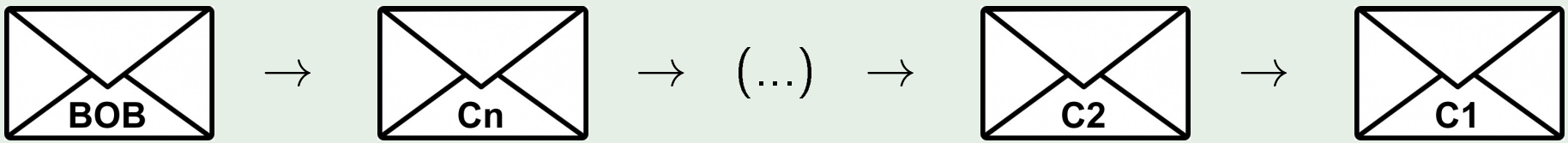
Inhalt einer Nachricht

- Adresse A
- Nachricht N

schichtenweise Verschlüsselung

$$N' = (A_1, E_{C_1}(A_2, E_{C_2}(...(A_n, E_{C_n}(A_{Bob}, E_{Bob}(N))) \quad (1)$$

Beispiel



Cypherpunk-Remailer - Ablauf

Ablauf Sendevorgang

- Alice sendet N' an C_1
- C_1 erhält A_2 und verschlüsselte Nachricht
- C_1 sendet Nachricht an Adresse in A_2
- C_2 erhält A_3 und verschlüsselte Nachricht
- (...)
- C_n sendet Nachricht an Adresse von Bob

Cypherpunk-Remailer

Was haben wir erreicht?

- C_x kennt nur unmittelbaren Nachfolger und Vorgänger
- Bob kennt nur letzten Remailer
- Alice kennt als Einzige gesamten Pfad

und  ?

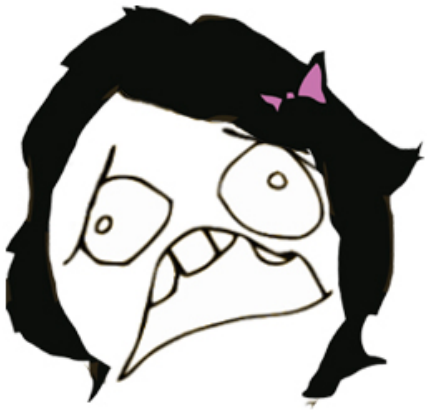
Cypherpunk-Remailer - Sicherheitsanalyse

Traffic Analyse

- Nachrichtengröße
- leitet Nachrichten sofort weiter

Replay Angriff

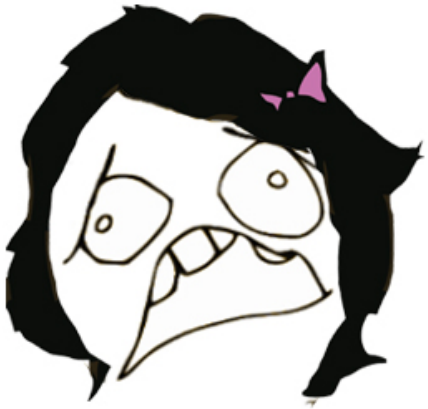
- Eve kann Nachrichten abfangen und wieder einspielen
- Duplikate werden nicht erkannt

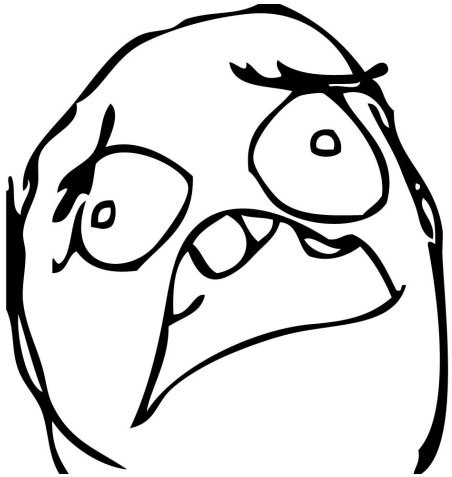


Cypherpunk-Remailer - Zuverlässigkeit

Remailer im Pfad fällt aus

- Jeder Remailer kennt nur unmittelbaren Nachfolger und Vorgänger
- Nachricht verschwindet
- Fehler bleibt unbemerkt





Mixmaster-Remailer

Mixmaster-Remailer - Motivation

- Baut auf Cypherpunk-Remailer auf
- Basis: "Mixmaster and remailer attacks"(Lance Cottrell)
  - deckt Sicherheitsschwächen auf
  - bietet Lösungsansätze

Ziel

Weiterentwicklung des existierenden Protokolls, um Sicherheitslücken zu schließen.

Mixmaster-Remailer - Funktionsweise

Was bleibt gleich?

- Remailernetzwerk
- schichtenweise Verschlüsselung
- E-Mail Protokoll

Mixmaster-Remailer - Funktionsweise

Was bleibt gleich?

- Remailernetzwerk
- schichtenweise Verschlüsselung
- E-Mail Protokoll

Ausblick: Was muss sich ändern?

- Traffic transparent gestalten
- Zeitliche Zuordnung
- Duplikate erkennen
- Manipulierte Nachrichten erkennen

Mixmaster-Remailer - Chunks

Ziel

Traffic transparent gestalten

- Nachricht in gleich große Chunks aufteilen
- Auffüllen mit zufälligen Dummy-Daten
- Chunks statt Nachricht über Netzwerk verteilen
- Jeder Chunk (möglichst) auf verschiedenem Pfad
  - letzter Remailer im Pfad
  - Zusammensetzung
  - Weiterleitung

Mixmaster-Remailer - Pool

Ziel

Zeitliche Zuordnung

- Einkommende Nachrichten sammeln
- beliebige Größe
- zufällige Reihenfolge

Mixmaster-Remailer - Pool

Ziel

Zeitliche Zuordnung

- Einkommende Nachrichten sammeln
- beliebige Größe
- zufällige Reihenfolge

Pool wird nie voll?

- individueller Zeitpunkt
- zufallsgenerierte Dummy-Nachrichten

Mixmaster-Remailer - Integrität

Ziel

Duplikate und Manipulation

Signatur

- Erkennung von manipulierten Nachrichten
- werden verworfen

Identifikation

- verschlüsselte ID
- Duplikate werden erkannt
- werden verworfen

Mixmaster-Remailer - Ablauf

- Alice benötigt Client-Software
- Nachricht wird aufgeteilt
- Chunks werden über das Netzwerk weitergeleitet
- letzter Remailer sammelt Chunks
- entfernt evtl. Dummy-Daten
- setzt Nachricht zusammen und leitet an Bob

Mixmaster-Remailer - Sicherheitsanalyse

Traffic Analyse

- einheitliche Nachrichtengröße
- keine zeitliche Zuordnung
- konstanter Traffic-Level

Replay Angriff

- Duplikate werden erkannt und ignoriert
- Manipulationen werden erkannt und ignoriert

Mixmaster-Remailer - Sicherheitsanalyse

Angriffsmöglichkeit

- Nachricht von Alice abfangen und zurückhalten
- Überflütung des Remailernetzwerks mit eigenen Nachrichten
- Keine anderen Nachrichten außer Eves mehr im Netzwerk
- Einspielen von Alice Nachricht
- Empfänger dieser Nachricht muss Bob sein

Angriffsmöglichkeit

- Nachricht von Alice abfangen und zurückhalten
- Überflütung des Remailernetzwerks mit eigenen Nachrichten
- Keine anderen Nachrichten außer Eves mehr im Netzwerk
- Einspielen von Alice Nachricht
- Empfänger dieser Nachricht muss Bob sein

Aber:

Nym-Server

Nym-Server - Motivation

- bisher - Anonymisierung
  - Identität ist verborgen
  - Bob kennt nur letzten Remailer
  - antworten nicht möglich
- nun - Pseudonymisierung
  - Identität versteckt hinter Decknamen
  - Bob kennt Decknamen
  - antworten möglich

Typ-0 Remailer?

Definition (Quelle - techopedia.com)

A nym server is a pseudonym server that furnishes an untraceable email address. The purpose of this server is to allow users to have usernames (pseudonyms) and send and receive messages without revealing their true identities. Even the nym server operators cannot trace a user's email address.

Nym-Server - Motivation

- bisher - Anonymisierung
  - Identität ist verborgen
  - Bob kennt nur letzten Remailer
  - antworten nicht möglich
- nun - Pseudonymisierung
  - Identität versteckt hinter Decknamen
  - Bob kennt Decknamen
  - antworten möglich

Typ-0 Remailer?

Definition (Quelle - techopedia.com)

A nym server is a pseudonym server that furnishes an untraceable email address. The purpose of this server is to allow users to have usernames (pseudonyms) and send and receive messages without revealing their true identities. Even the nym server operators cannot trace a user's email address.

Nym-Server - Motivation

- bisher - Anonymisierung
  - Identität ist verborgen
  - Bob kennt nur letzten Remailer
  - antworten nicht möglich
- nun - Pseudonymisierung
  - Identität versteckt hinter Decknamen
  - Bob kennt Decknamen
  - antworten möglich

Typ-0 Remailer?

Definition (Quelle - techopedia.com)

A nym server is a pseudonym server that furnishes an untraceable email address. The purpose of this server is to allow users to have usernames (pseudonyms) and send and receive messages without revealing their true identities. Even the nym server operators cannot trace a user's email address.

Nym-Server - Motivation

- bisher - Anonymisierung
  - Identität ist verborgen
  - Bob kennt nur letzten Remailer
  - antworten nicht möglich
- nun - Pseudonymisierung
  - Identität versteckt hinter Decknamen
  - Bob kennt Decknamen
  - antworten möglich

Typ-0 Remailer?

Definition (Quelle - techopedia.com)

A nym server is a pseudonym server that furnishes an untraceable email address. The purpose of this server is to allow users to have usernames (pseudonyms) and send and receive messages without revealing their true identities. Even the nym server operators cannot trace a user's email address.

Nym-Server - Umsetzung

Ziele

- Schicken und Empfangen über Pseudonym
- Betreiber transparent für Betreiber

Idee: Umsetzung über Cypherpunk-Remailer

Nym-Server - Umsetzung

Ziele

- Schicken und Empfangen über Pseudonym
- Betreiber transparent für Betreiber

Idee: Umsetzung über Cypherpunk-Remailer

Nym-Server - Umsetzung

Bestandteile eines Nyms

- öffentlicher Schlüssel
- Reply-Block
- Pseudonym

Reply-Block

- Enthält Pfad über Cypherpunk-Remailer Netzwerk zum Empfänger hinter dem Nym.
- schichtenweise verschlüsselt

Nym-Server - Umsetzung

Bestandteile eines Nyms

- öffentlicher Schlüssel
- Reply-Block
- Pseudonym

Reply-Block

- Enthält Pfad über Cypherpunk-Remailer Netzwerk zum Empfänger hinter dem Nym.
- schichtenweise verschlüsselt

Nym-Server - Ablauf (Erstellung)

- Bob möchte Pseudonym
  - sucht sich Menge an Cypherpunk-Remailern heraus
  - erstellt Reply-Block
  - denkt sich Pseudonym aus
  - stellt öffentlichen Schlüssel bereit
- schickt Nym an Nym-Server
- Achtung: Muss anonymisiert gesendet werden!
- (ggf. Validierung des Nyms vom Nym-Server)

Nym-Server - Ablauf (Verwendung)

- Alice
  - kennt Bobs Pseudonym
  - möchte Bob eine Nachricht zukommen lassen
  - schickt Nachricht an Bobs Pseudonym an den Nym-Server
- Nym-Server
  - findet den Nym
  - verschlüsselt Nachricht mit öffentlichem Schlüssel
  - schickt Nachricht mit Reply-Block an ersten Remailer im Block
- Nachricht von Alice wird über Remailernetzwerk an Bob geschickt

Nym-Server - Ablauf (Verwendung)

- Alice
  - kennt Bobs Pseudonym
  - möchte Bob eine Nachricht zukommen lassen
  - schickt Nachricht an Bobs Pseudonym an den Nym-Server
- Nym-Server
  - findet den Nym
  - verschlüsselt Nachricht mit öffentlichem Schlüssel
  - schickt Nachricht mit Reply-Block an ersten Remailer im Block
- Nachricht von Alice wird über Remailernetzwerk an Bob geschickt

Nym-Server

Sicherheit?

Mixminion-Remailer

Mixminion - Motivation

- Aktualität
- Nym-Server unsicher
- Zuverlässigkeit

Mixminion - Umsetzung Übersicht

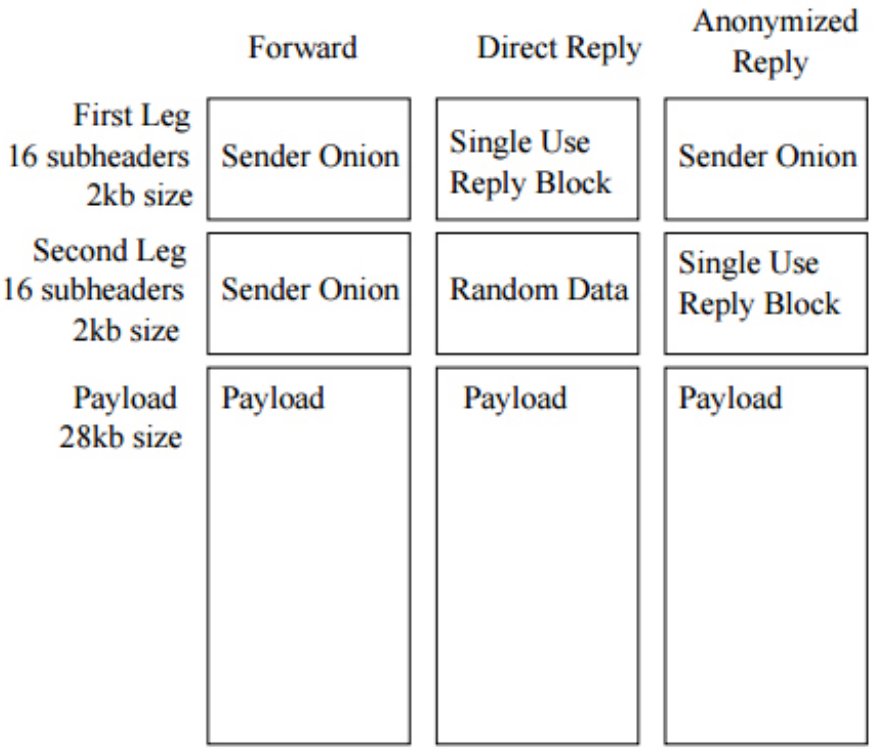
Was bleibt gleich?

- Netzwerkstruktur
- Anonymisierung
- Traffictransparenz
- schichtenweise Verschlüsselung (Header)

Was ist neu?

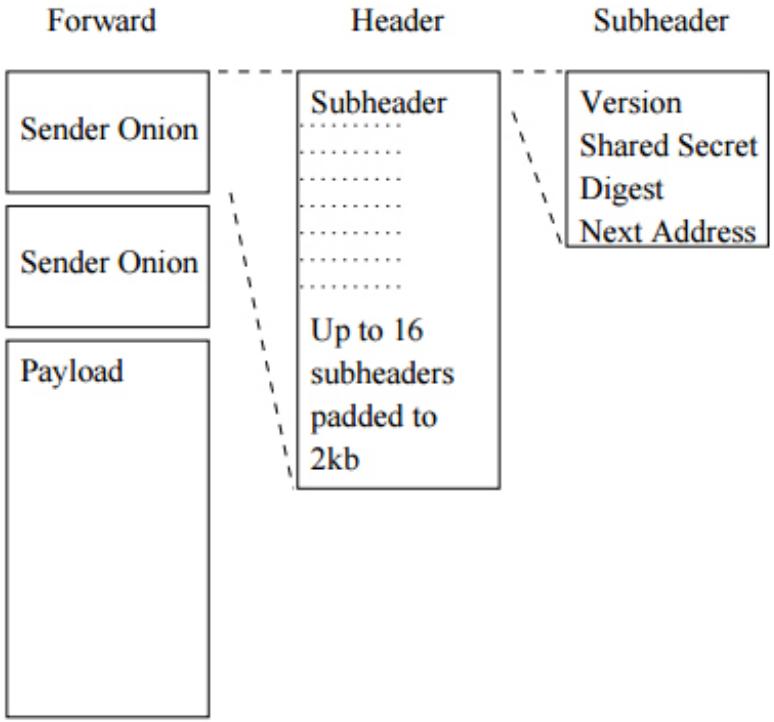
- eigenes Protokoll
- verschlüsselte Verbindung (TLS)
- automatisches Remailerverzeichnis
- Antworten auf anonymisierte Nachrichten

Mixminion - Protokoll



- drei Typen
- Ununterscheidbarkeit
- zweigeteilter Header

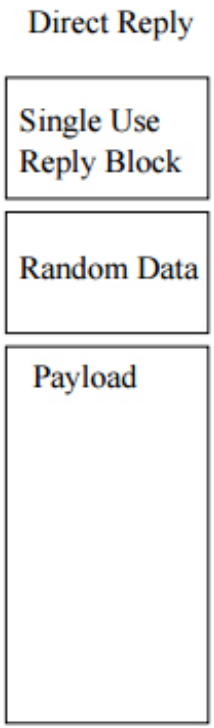
Mixminion - normale Nachricht



Subheader

- Master-Secret für TLS
- Adresse des nächsten Remailers (verschlüsselt)
- Prüfsumme zur Überprüfung restlichen Headers

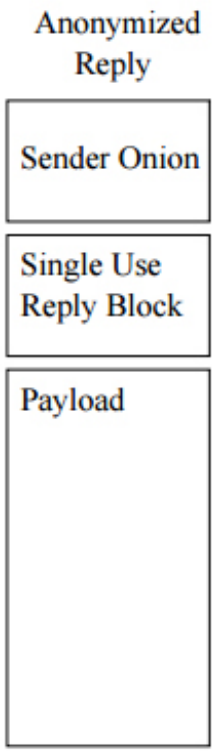
Mixminion - einfache Antwort



SURB

- Adresse von Alice (verschlüsselt)
- Pfad durch das Netzwerk (verschlüsselt)
- nur einmal verwendbar
- von Bob nicht entschlüsselbar

Mixminion - anonyme Antwort



- Pfad von Bob durch Netzwerk
- SURB von Alice
- Ziel: Auch Bob bleibt anonym.

Mixminion - Verzeichnisserver

Verzeichnisserver

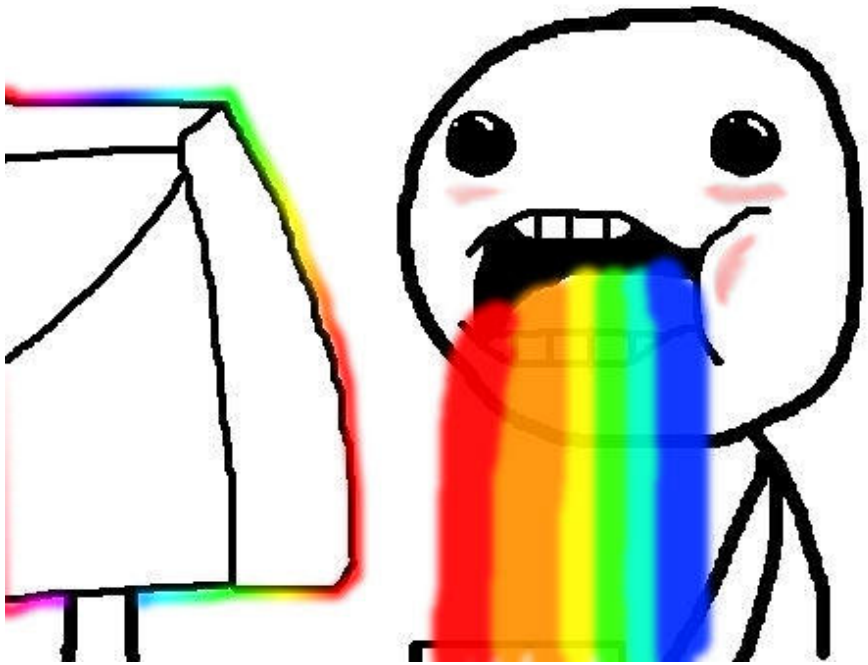
- aktuell verwendete Schlüssel des Remailers
- aktuellen Zustand
- die Existenz eines Remailers

- redundante Gruppe von Servern
- regelmäßige Kommunikation
  - untereinander (Verifikation)
  - Remailer (Synchronisation)

Mixminion - Ablauf

- Alice besorgt sich aktuelle Informationen über Verzeichnisserver (Schlüssel, Adresse von Mix)
- Aufbereitung der Nachricht gemäß Protokoll
- Alice schickt Nachricht an ersten Remailer
- Jeder Remailer:
  - Prüft Integrität des Headers (Prüfsumme)
  - Speichert Prüfsumme (Replay-Angriff) bis Schlüsseltausch
  - TLS-Verbindung zum nächsten Remailer (verifiziert und verschlüsselt)
  - überträgt Nachricht
- **swap-Operation**
- danach weiter bis Bob Nachricht erhält

Sicherheit?



Mixminion - Sicherheitsanalyse

Sicherheit?