

Routereinführung

Sämtliche Routing- und Switchingtechnik Ciscos basiert auf Ciscos Internetwork Operating System (IOS). Ein solides Verständnis dieses ist bedeutend, um Netzwerkprodukte von Cisco zu administrieren. Dieser Vortrag soll eine Einführung in die Grundlagen des IOS geben und Übung im Umgang mit seinen Eigenschaften vermitteln. Alle Konfigurationsaufgaben, von einfachen bis zu den komplexesten, bauen auf die Grundlagen der Routerkonfiguration auf.

Inhalt:

- Beschreibung der Grundfunktionen des IOS
- Kennen lernen verschiedener IOS Eigenschaften
- Kennen lernen der Methoden, um eine Kommandozeilenschnittstellensitzung („command-line interface“/CLI) mit dem Router aufzubauen
- Wechsel zwischen „user command executive“ (EXEC) und privilegiertem EXEC Modus
- Aufbau einer seriellen Sitzung mit einem Router
- Einloggen in einen Router
- Benutzung der Hilfefunktion des Kommandozeileninterfaces
- Behebung von Befehlsfehlern

Inhaltsverzeichnis:

1	Benutzung der Cisco IOS Software	2
1.1	Beschreibung der Grundfunktionen des IOS.....	2
1.2	Routerbenutzerschnittstelle	2
1.3	Router Benutzerschnittstellen Modi.....	2
1.3.1	User EXEC Modus	3
1.3.2	Privileged EXEC Mode.....	3
1.4	Cisco IOS Software Funktionalitäten.....	4
1.5	Benutzung der Cisco IOS Software	5
1.5.1	ROM Monitor.....	5
1.5.2	Boot ROM Mode.....	5
1.5.3	Cisco IOS	5
2	Routergrundlagen	6
2.1	Startprozess eines Cisco Routers.....	6
2.1.1	POST	6
2.1.2	Software-Initialisierung.....	6
2.1.3	Setup-Mode	7
2.2	Router Indikator Leuchten	7
2.3	Untersuchung des erstmaligen Routerstartvorgangs	7
2.4	Aufbau einer Terminalverbindung	8
2.5	Eingabehilfe innerhalb der Routers CLI	8
2.6	Erweiterte Bearbeitungsbefehle	8
2.7	Benutzung der IOS Befehls Historie	9
2.8	Benutzerschnittstellen Fehler Indikator	9
2.9	Zusammenfassung des „show version“ Befehls.....	9
3	Anhang	10
4	Quellen	12

1 Benutzung der Cisco IOS Software

1.1 Beschreibung der Grundfunktionen des IOS

- Ciscos Betriebssystem wird Cisco Internetwork Operating System (Cisco IOS) genannt
- Embedded Software Architektur aller Cisco Router und Cisco Catalyst Switches
- ohne diese Software ist die Hardware ohne jegliche Funktion

Cisco IOS stellt folgende Netzwerkdienste zur Verfügung:

- grundlegende Routing- und Switchingfunktionalität
- zuverlässigen und sicheren Zugriff auf Netzwerkressourcen
- Netzwerkskalierbarkeit

1.2 Routerbenutzerschnittstelle

- IOS benutzt ein „**command-line interface**“ (CLI) als traditionelle Konsolenumgebung
- IOS ist eine Kerntechnologie welche sich über die gesamte Cisco Produktpalette erstreckt
- Benutzerfunktionalitäten können auf verschiedenen Netzwerkgeräten stark variieren

Zugriff auf die CLI *ohne* konfigurierte *Netzwerkdienste* erhält man durch:

- Konsolensitzung (langsame serielle Verbindung mit einem Computer oder Terminal)
- Wählverbindung (Dialupconnection) mit einem (Null-)Modem über AUX Port

Zugriff auf die CLI *mit* konfigurierten *Netzwerkdiensten* erhält man durch:

- telnet
- ssh (abhängig vom IOS Release)

Bei beiden Methoden ist Voraussetzung, dass mindestens eine IP Adresse, die „virtual terminal sessions“ für ein Login konfiguriert sind und entsprechende Passworte gesetzt sind.

1.3 Router Benutzerschnittstellen Modi

- die CLI besitzt eine hierarchische Struktur
- in dieser Struktur benötigt man Zugang zu verschiedene Modi um verschiedene Aufgaben zu erfüllen
- jeder Konfigurationsmodus ist charakterisiert mit einem spezifischen Prompt und erlaubt nur Kommandos, welche zu diesem Modus zugeordnet sind

Beispiel: um ein Routerinterface (Netzwerkinterface) zu konfigurieren, muss der Benutzer in den „Interface“ Konfigurationsmodus wechseln. Alle durchgeführten Änderungen haben hier nur Auswirkungen auf das „particular interface“.

- IOS stellt einen Kommandozeileninterpreter zur Verfügung, welche als „command executive“ (**EXEC**) bezeichnet wird
- jede Kommandoeingabe wird durch EXEC auf Gültigkeit geprüft (validated) und ausgeführt
- aus Sicherheitsgründen unterteilt die Cisco IOS Software die EXEC Sitzungen in zwei Zugriffsebenen (access levels)
- Benutzer (**user**) EXEC mode
- privilegierter (**privileged**) EXEC mode

EXEC Mode	Prompt	Typische Benutzung
User	cisco>	Überprüfung des Routerstatus
Privileged	cisco#	Zugriff auf Routerkonfigurations-Modi

1.3.1 User EXEC Modus

- erlaubt begrenzten Zugriff auf Grundfunktionen zur Router-/Switchüberwachung
- meist als „view only“ Modus bezeichnet
- dieser Modus erlaubt es nicht, die Konfiguration des Routers zu ändern
- kann am „>“-Prompt erkannt werden

1.3.2 Privileged EXEC Mode

- erlaubt Zugriff auf alle Router Kommandos
- kann mit Passwortschutz versehen werden, um Benutzer zu autorisieren
- Konfigurations- und Managementkommandos setzen voraus, dass man sich im „privileged level“ befindet
- kann am „#“-Prompt erkannt werden

Um Zugriff auf den „Privileged“ Modus vom „User“ Modus zu bekommen, muss man das **enable**-Kommando (Abbildung 1) am Prompt eingeben.

- “enable”-Passwort kann durch “**enable password**” und “**enable secret**” gesetzt werden, wobei „enable secret“ Vorrang hat

Aus der auch Globaler Konfigurationsmodus¹ genannten Eben gelangt man unter anderem auch in folgende Modi:

- Interface
- Subinterface
- Line
- Router
- Route-map

Um aus dem privileged EXEC Modus wieder in den user EXEC Modus zurück zukehren, benutzt man den Befehl **disable**. Aus dem Globalen Konfigurationsmodus in den priv mode zu gelangen, benutzt man **exit** oder **Ctrl-Z**.

¹ Anm: **configure terminal**

1.4 Cisco IOS Software Funktionalitäten

- zur optimalen Nutzung der verschiedenen Plattformen entwickelt Cisco sehr viele verschiedene IOS Software Images
- jedes Image stellt verschiedene Funktionalitäten zur Verfügung, welche *abhängig* sind von der *Geräteplattform, verfügbaren Speicher und Kundenwünschen*
- trotz der großen Zahl an IOS Images der verschiedenen Geräte und Funktionsumfänge sind die *Grundfunktionen* der Befehlsstruktur *gleich*
- Konfigurations- und Fehlerbehebungsfähigkeiten (*skills*), welche auf einem bestimmtem Gerät erlangt wurden, können auf eine große Produktpalette angewandt werden

Die Namenskonvention ist in drei Teile unterteilt, welche durch Striche getrennt sind:

xxxx-yyyy-ww

- Plattform, auf welchem das Image läuft (xxxx)
- spezielle Funktionen, welche von dem Image unterstützt werden (yyyy)
- wo das Image ausgeführt wird und ob gepackt ist (ww)

Hauptüberlegungen bei der Wahl eines neuen IOS Images:

- Kompatibilität mit Router Flash und RAM-Speicher
- je neuer das Release und je mehr Funktionen es zur Verfügung stellt, desto mehr Speicher wird benötigt

Um das momentane Image festzustellen und wie viel Flash zur Verfügung steht, benutzt man den **show version**-Befehl.

```
"...cisco 1721 (68380) processor (revision C) with 3584K/512K bytes of memory."
```

Diese Zeile zeigt, wie viel "main" und "shared memory" im Router verbaut sind. Einige Plattformen benutzen einen Teil des DRAMs als shared memory. Um die Größe des DRAMs zu berechnen, ist es in diesem Fall nötig, die beiden Zahlen zu addieren.

Um die Größe des Flash Speichers herauszufinden, benutzt man den **show flash**-Befehl.

```
GAD#show flash
... <output omitted>...
15998976 bytes total (10889728 bytes free)
```

1.5 Benutzung der Cisco IOS Software

Cisco IOS Geräte haben drei unterschiedliche Betriebsumgebungen (operating environments).

Betriebsumgebung	Prompt	Benutzung
ROM Monitor	> or ROMMON>	„Failure or password recovery“
Boot ROM	Router(boot)>	Flash image upgrade
Cisco IOS	Router>	Normalbetrieb

- bei Systemstart wird einer der drei Umgebungen (in den RAM geladen und) gebootet
- über das „configuration register setting“ kann der Standardstartmodus kontrolliert werden

1.5.1 ROM Monitor

- führt „bootstrap“ Prozess durch
- stellt „low-level“ Funktionalität und Diagnosemöglichkeiten zur Verfügung
- wird benutzt um Systemfehler zu beheben und Passworte zurückzusetzen
- Zugang nur durch direkten, physikalischen Zugriff über den Konsolenport

1.5.2 Boot ROM Mode

- beschränkte Funktionsumfang des IOS steht zur Verfügung
- erlaubt Schreibzugriff auf den flash Speicher
- hauptsächlich benutzt um das Cisco IOS image zu ersetzen (liegt auf flash Speicher)
- laden des Images vom TFTP-Server in den flash Speicher mittels des **copy tftp flash** Befehls

1.5.3 Cisco IOS

- zum Normalbetrieb wird ein vollständiges IOS image im flash Speicher benötigt
- auf einigen Geräten direkt vom flash Speicher ausgeführt
- meisten Router laden eine Kopie des IOS image in den RAM und führen es dort aus
- z.T. wird es in komprimierter Form auf dem flash gespeichert

Um die IOS Version und die „configuration register“ Einstellung zu erfahren, benutzt man den **show version**-Befehl.

Der **show flash**-Befehl wird benutzt, um sicherzustellen, dass für das neue Image ausreichend Speicher zur Verfügung steht.

2 Routergrundlagen

2.1 Startprozess eines Cisco Routers

2.1.1 POST

Nach dem Anschalten wird „power-on self test“ (POST) eingeleitet. Während des Selbsttests werden Diagnoseroutinen aus dem ROM an allen Hardwaremodulen durchgeführt. Diese prüfen die grundsätzliche Funktionalität von:

- CPU
- Speicher
- Netzwerkschnittstellen

2.1.2 Software-Initialisierung

Initialisierung erfolgt durch Laden des „bootstraps“², des Betriebssystems (operating system) und der Konfigurationsdatei (Abbildung 2)

1. generischer Bootstrap Loader wird aus dem ROM gestartet.
2. IOS kann an verschiedenen Stellen gefunden werden.
Das Bootfeld des Konfigurationsregisters legt den Ort fest, von dem es geladen wird. Falls vom flash oder Netzwerk gebootet wird, enthält das Bootfeld den Namen und den Ort des Images.
3. wenn das IOS in Betrieb geht, wird eine komplette Liste der verfügbaren Hard- und Software auf dem Konsolenterminal ausgegeben.
4. Konfigurationsdatei wird aus dem NVRAM in den Hauptspeicher geladen und Zeile für Zeile ausgeführt.
Routingprozesse werden gestartet, Adressen an Interfaces gebunden und andere Betriebseinstellungen festgelegt.
5. falls sich keine Konfigurationsdatei im NVRAM befindet, wird nach einem TFTP-Server gesucht, falls keiner vorhanden, startet der Setupmode
6. nach Beendigung des Setupmodus kann eine Sicherheitskopie der Konfigurationsdatei im nichtflüchtigen RAM (nonvolatile/NVRAM)

Ziel der Startroutinen ist es, den Routerbetrieb zu beginnen. Dafür ist folgendes nötig:

- sicherstellen, dass die Routerhardware getestet wurde und funktioniert
- (finden und) laden der Cisco IOS Software
- (finden und) anwenden der Startkonfiguration oder starten des Setupmodus

² Einfache Sammlung von Anweisungen, welche die Hardware testen und das IOS für den Betrieb vorbereiten

2.1.3 Setup-Mode

- ist nicht angedacht, um komplexe Protokollfunktionen zu konfigurieren
- Ziel ist es, dem Administrator eine Minimalkonfiguration zu ermöglichen, wenn keine Konfiguration anderweitig aufgefunden werden kann.
- Default-Antworten werden in eckigen Klammern³ angezeigt
- Diese werden mit ENTER bestätigt
- mit **Ctrl-C** kann der Vorgang jederzeit abgebrochen werden
- falls mit Ctrl-C abgebrochen wird, werden alle Interfaces *administrativ herunter gefahren*

Nach dem Abschluss werden folgende Optionen angeboten:

```
[0] Go to the IOS command prompt without saving this config.
[1] Return back to the setup without saving this config.
[2] Save this configuration to nvram and exit.
Enter your selection [2]:
```

2.2 Router Indikator Leuchten

Cisco Router benutzen LED Indikatoren um Betriebsinformationen zur Verfügung zu stellen. In Abhängigkeit der Router Modelle die Indikatoren können variieren. (Abbildung 3)

Ein Interface LED zeigt Aktivität auf einer zugehörigen Schnittstelle an. Wenn eine LED aus ist, das Interface aktiv und korrekt „connected“, besteht die Möglichkeit eines Problems. Wenn ein Interface extrem ausgelastet ist, wird seine LED durchgehend leuchten. Die grüne OK LED rechts des AUX-Anschlusses leuchtet, nachdem das System korrekt initialisiert wurde.

2.3 Untersuchung des erstmaligen Routerstartvorgangs

Die Aussage von Abbildung 4 “NVRAM invalid, possibly due to write erase” teilt mit:

- dass der Router noch nicht konfiguriert wurde
- der NVRAM gelöscht wurde

Das Konfigurationsregister ist standardmäßig auf *0x2102* eingestellt, was den Router veranlasst, das IOS aus dem Flash-Speicher zu laden.

Während des Bootvorgangs kann man weiterhin folgende Informationen entnehmen:

- Bootstrap Version
- IOS Version
- Router Model
- Prozessor
- Anzahl und Arten der Interfaces
- Größe des NVRAM
- Größe des Flash Speichers

³ []

2.4 Aufbau einer Terminalverbindung

- alle Router besitzen einen asynchronen, seriellen Port nach TIA/EIA-232 (RJ-45)
- Kabel und Adapter werden zur Verbindung mit einem „console terminal“⁴ benötigt (Abbildung 5)
- Verbindung mit: 9600 Baud, 8 Datenbit, Keine Parität, 1 Stoppbit und ohne Flusskontrolle

PC Operating Software	Terminal Emulation Software
Windows 3.1	Terminal (shipped with Windows)
Windows 95/NT (and above)	Hyperterminal (shipped with Windows)
Macintosh	ProComm, VersaTerm, ZTerm
Unix/Linux/*BSD	Minicom

2.5 Eingabehilfe innerhalb der Routers CLI

- mit der Eingabe eines Fragezeichens wird eine praktische Liste aller verfügbaren Befehle angezeigt (Abbildung 6 und Abbildung 7)
- wird „—More—“, angezeigt, erstreckt sich die Ausgabe über mehr als eine Seite
- mit dem Lehrzeichen wird die nächste Seite angezeigt
- um die nächste Zeile anzeigen zu lassen, muss RETURN gedrückt werden
- mit jeder anderen taste kehrt man zurück an die Eingabeaufforderung

2.6 Erweiterte Bearbeitungsbefehle

Die Benutzerumgebung stellt eine Anzahl von Bearbeitungsfunktionen zur Verfügung, um die Befehlszeile zu manipulieren, während man sie eingibt.

Befehl	Beschreibung
Ctrl-A	Springt an den Anfang der Befehlszeile
Esc-B	Sprint ein Wort zurück
Ctrl-B (Pfeil rechts)	Springt ein Zeichen zurück
Ctrl-E	Springt an das Ende der Befehlszeile
Ctrl-F (Pfeil links)	Springt ein Zeichen nach vorn
Esc-F	Springt ein Wort vor

Dieser Modus ist **standardmäßig** in aktuellen Veröffentlichungen aktiviert und kann mit „**terminal no editing**“ im priv EXEC Modus abgestellt werden, falls es mit Scripten zu Problemen kommen sollte.

Falls eine Zeile länger als die aktuelle Terminalbreite ist, wird die Ausgabe nach links gescrollt und in der betreffenden Zeile mit dem Dollarzeichen (\$) markiert.

Mit **Ctrl-Z** gelangt man aus dem Konfigurationsmodus direkt in den priv EXEC Modus.

⁴ ASCII Terminal oder Terminal Emulationssoftware

2.7 Benutzung der IOS Befehls Historie

- es wird eine Historie der eingegebenen Befehle angelegt
- ist nützlich um lange oder komplizierte Befehlsfolgen wieder einzugeben
- dieses Feature ist standardmäßig aktiviert und auf zehn Befehlszeilen voreingestellt
- maximale Anzahl der Befehlshistorie ist **256**

Befehl	Beschreibung
Ctrl-P (Pfeil nach oben)	ruft den letzten (vorhergehende) Befehl auf
Ctrl-N	ruft jüngeren Befehl auf
cisco> show history	zeigt Befehlsspeicher
cisco> terminal history size number-of-lines	setzt die Befehlsspeichergröße ⁵
cisco> terminal no editing	deaktiviert erweiterte Bearbeitungsfunktion
cisco> terminal editing	reaktiviert erweiterte Bearbeitungsfunktion
<Tab>	ergänzt den Eintrag

2.8 Benutzerschnittstellen Fehler Indikator

- Befehlszeilen-Fehler entstehen hauptsächlich durch Tippfehler
- wenn ein Schlüsselwort falsch geschrieben ist wird eine Fehlereingrenzung in Form eines Fehlerindikators bereitgestellt
- das „^“-Zeichen wird an der Stelle dargestellt, an der ein falsche(r/s) Befehl, Schlüsselwort oder Argument eingegeben wurde

2.9 Zusammenfassung des „show version“ Befehls

- IOS Version und beschreibenden Informationen
- Bootstrap ROM Version
- Boot ROM Version
- Router uptime
- letzte Startmethode
- Systemimage Datei und Lage
- Router Plattform
- Konfigurationsregistereinstellung (configuration register setting)

⁵ Die Anzahl kann variieren in Abhängigkeit, was auf dem Benutzerscreen dargestellt wird.

3 Anhang

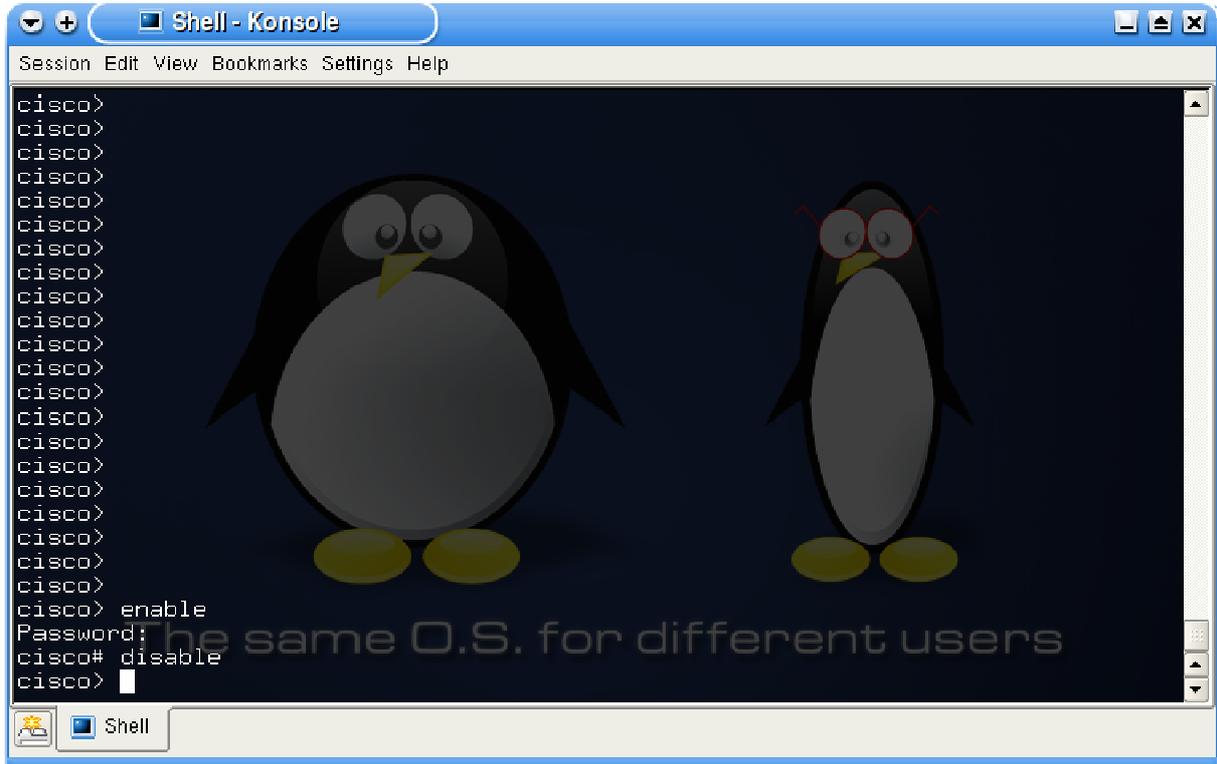


Abbildung 1 (Wechsel EXEC Mode)

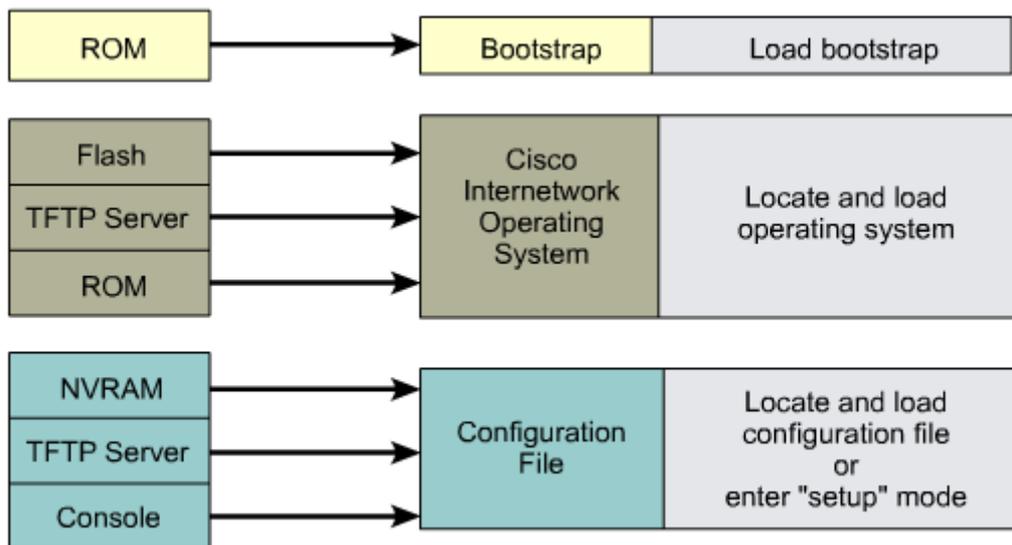


Abbildung 2 (schematische Darstellung der Routersoftware)

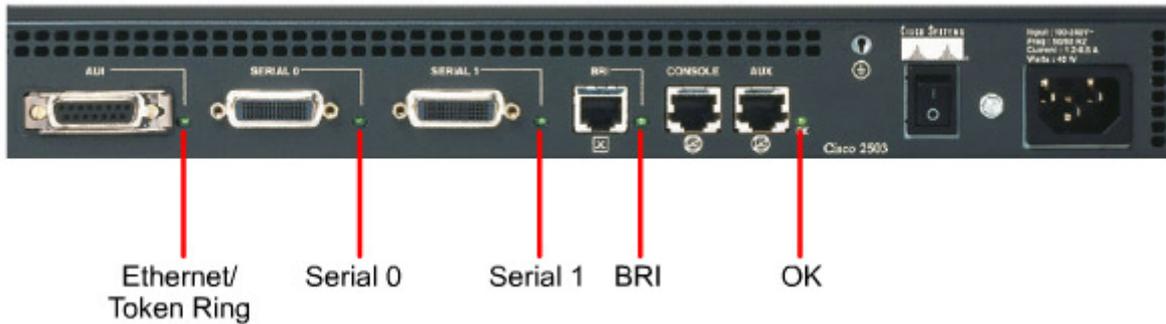


Abbildung 3 (Router Backplate)

```
System Bootstrap, Version X.X(XXXX) [XXXXX XX], RELEASE  
SOFTWARE
```

```
Copyright (c) 1986-199X by Cisco Systems
```

```
2500 processor with 4096 Kbytes of main memory
```

```
Notice: NVRAM invalid, possibly due to write erase.
```

```
F3: 5797928+162396+258800 at 0x3000060
```

```
Restricted Rights Legend
```

Abbildung 4 (Bootvorgang)



Abbildung 5 (rollover cabel mit RJ-45 tp DB-9 Adapter)

