

# WLAN Netzwerk Systematik

Dieses Dokument erklärt die Betriebsmodus des WLAN – Modellbahnbetriebes

- ADHOC
- INFRASTRUCTURE

sowie die Möglichkeit zur Fernwartung über das Internet mittels

- Tunneling

# Unterschiedliche Betriebsmodus

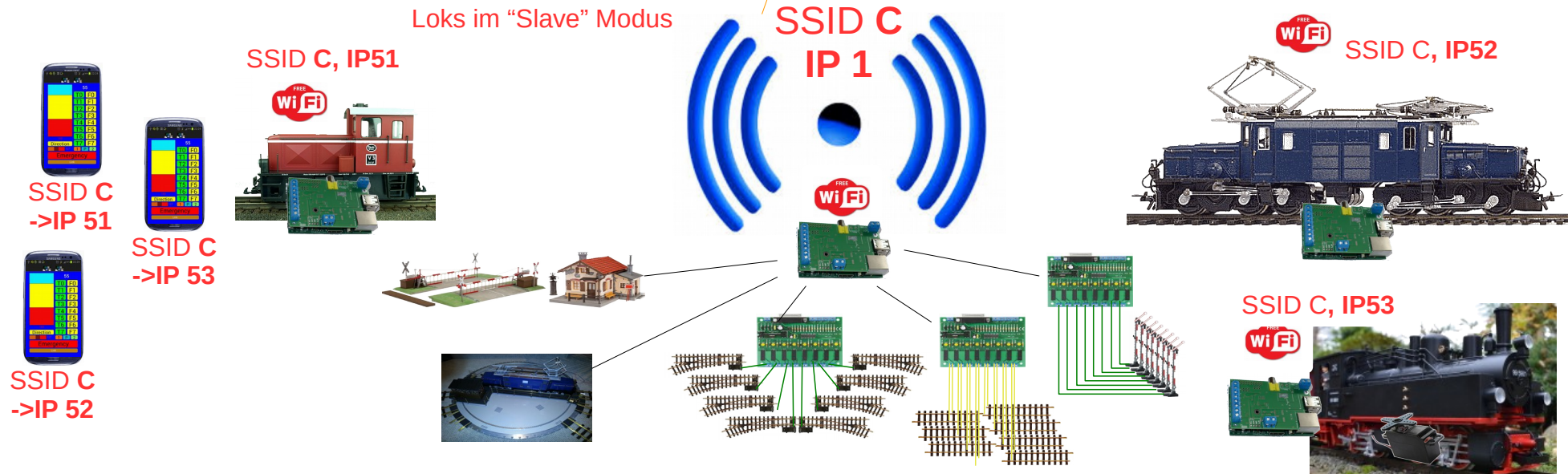
## 1- AdHoc Betriebsmodus Router fährt in der Lok mit



## 2- Infrastructure Betriebsmodus

Loks im "Slave" Modus

Router arbeitet stationär, ein gemeinsames WLAN für alle Komponenten



# Vergleich WLAN- ADHOC mit WLAN-INFRASTRUCTURE Betrieb

Frage/Kriterium	INFRASTRUCTURE	ADHOC
Wer ist Netzwerk-"Master"?	Stationärer WLAN-Router Loks sind Slaves	Steuerung in der Lok ist zugleich der WLAN-Router – Lok ist Master!
Wieviele Loks können in einem WLAN mitfahren?	Maximal 253 Loks pro WLAN, vor- eingestellt sind derzeit ca. 150	1 Lok pro WLAN
Wieviele Smartphones möglich / empfohlen?	254 - # Loks – 1 Router (maximal 126 Loks // 126 Smartphones)	1 Smartphone pro WLAN / Lok
Wieviele Weichen/Signale/Blöcke kann ein IP- Knoten ansteuern?	Ca. 400	keine
Wer steuert Weichen / Signale / Blockstrecken (Analog-Betrieb)?	Router, aber auch jeder weitere IP- Knoten (ca. 400 <u>pro</u> Knoten)	Nicht möglich
Wie wechselt man die Lok am Smartphone?	Umschaltung in eine andere NETIO-Oberfläche (nur eine SSID)	Wahl eines anderen Lok- WLANs (andere SSID)
Mehrere Loks von einem Smart- phone <u>gleichzeitig</u> ?	Entweder unter einer Oberfläche oder pro Lok separate Oberfläche	Nein
Mehrere WLAN-Netzwerke paral- lel?	Jedes Netzwerk benötigt eigene SSID (empfohlen ist eine separate Kanalnummer)	Jedes Netzwerk benötigt eigene SSID (empfohlen je WLAN eine separate Kanalnummer)
Trainline Service über Tunneling ins Internet?	WLAN - Router muss über Ethernet Kabel an den Hausrouter mit dem Internet verbunden werden. Jeder IP-Knoten in Modellbahn-WLAN wird unterstützt (... alle IP-Loks)	Router in der Lok müsste über Ethernet Kabel an den Hausrouter mit dem Internet verbunden werden ...!

# WLAN Netzwerkparameter & Grundsätze

## Allgemeine Grundsätze und Router

- Den Router richtet der Experte zuerst ein, da der Router als Master im Netzwerk fungiert! Ohne Router kein WLAN: Der Router bestimmt die SSID, das WLAN-Passwort und den IP-Adressraum (das IP-Subnetz)!
- Die Netzwerkparameter von Router und Loks (Smartphones etc.) müssen mindestens übereinstimmen in
  - SSID (eindeutig – **WLANs in Funkreichweite müssen unterschiedliche SSIDs haben**)
  - WLAN-Passwort (**mindestens 8 Zeichen**)
  - IP – Adressraum (z.B. 172.24.4.xxx) **Doppelte IP-Adressen .xxx sind verboten – Fehleranalyse ist extrem schwierig**

## Grundsätze Smartphones

- Smartphones müssen sich vorab mit dem Modellbahn WLAN über die SSID verbinden. **Die automatische Einbuchung in WLAN-Netze muss unbedingt in den Smartphone Settings ausgeschaltet werden.** Das WLAN-Passwort muss bei der Einbuchung (erstmalig) eingegeben werden.
- Smartphones erhalten eine dynamische IP-Adresse vom Router (statische IP-Voreinstellung nicht empfohlen!)
- Smartphones benötigen keine Kanaleinstellung – diese scannen sie selbständig

## Gundsätze Loks

- ADHOC: Loks benötigen eine eigene WLAN Voreinstellung mit eigener SSID / Passwort. Loks werden über das WLAN selektiert.
- INFRASTRUCTURE: Sobald das Smartphone im Modellbahn Netz eingebucht ist, können alle Loks über die NETIO-Oberfläche selektiert werden. In diesen Oberflächen sind die Lok-spezifischen IP-Adressen enthalten – jede Lok benötigt also ihre eigene Oberfläche
- INFRASTRUCTURE: Doppelte Lokadressen sind verboten!
- INFRASTRUCTURE: Loks benötigen keine Kanaleinstellung – diese scannen sie selbständig

## Grundsätze Service (Tunneling) & Internetanbindung

- Der Modellbahn WLAN- Router kann optional mit dem Internet (via “Hausrouter”) über die Ethernet Buchse (RJ45) verbunden werden (nur vorhanden bei Raspberry Typ B oder B+). Er muss dann (zusätzlich) eine dynamische IP-Adresse vom Hausrouter über DHCP erhalten.
- Vorteile:
  - Es kann eine Fernwartung (z.B. ein Software-Update) über das Internet bis in die einzelne Loks durchgeführt werden (via Tunneling)
  - Das Smartphone kann (eingebucht im Modelbahn-WLAN) zugleich im Internet surfen (Modellbahnrouter wird zum WLAN-Access-Point)
- Alternativ kann ein “WEB-Stick” (UMTS-Modem) in eine USB-Buchse des Modellbahn-Routers eingesteckt werden. Der Modellbahn-Router stellt dann eine Internetverbindung über einen Mobilfunk-Provider selbst her (verlangt besondere Einstellungen, die in diesem Dokument nicht beschrieben werden)

# Generelle Dateistruktur der WiFi Parameter

Die WiFi Parameter (WLAN-Parameter) sind auf der SD-Card gespeichert

Jede SD-Card besitzt zwei "Partitions". Legt man die SD-Card in einen PC, wird nur die FAT16 Partition ("Windows"-Partition) im Explorer (als Laufwerk) sichtbar. Die LINUX Partition bleibt unsichtbar und darf nicht verändert werden.

Man erkennt ein Dateiverzeichnis ("Directory"), das <wifi> heisst. Öffnet man dieses im Explorer, werden in dieser Ebene die Datei mit den Netzwerkparametern sichtbar. **Diese sind die momentan voreingestellten aktiven WLAN-Dateien. Der WLAN-Charakter der SD- Card wird einzig durch die Dateien in diesem Verzeichnis bestimmt.**

Loks im Slave Modus (INFRASTRUCTURE) benötigen zwei Dateien (i.prm, mode.prm). Die Router benötigen vier Dateien (i.prm, d.prm, h.prm, mode.prm) – so also auch die Loks im ADHOC Modus, in denen der Router mitfährt.

**Die Datei i.prm für Lok in ADHOC Modus und Lok im INFRASTRUCTURE Modus sind trotz Namensgleichheit strukturell stark unterschiedlich. Sie können bei einer Umstellung zwischen beiden Modus nicht beibehalten werden.**

In den zusätzlichen Directories <wifi\_Infrastructure\_Router>, <wifi\_Infrastructure\_Loco> etc. befinden sich vorkonfigurierte Dateien als "Muster". *Die Dateien dieser Unterverzeichnisse dienen lediglich als Speicherorte für Kopien, sind also nicht aktiv!*

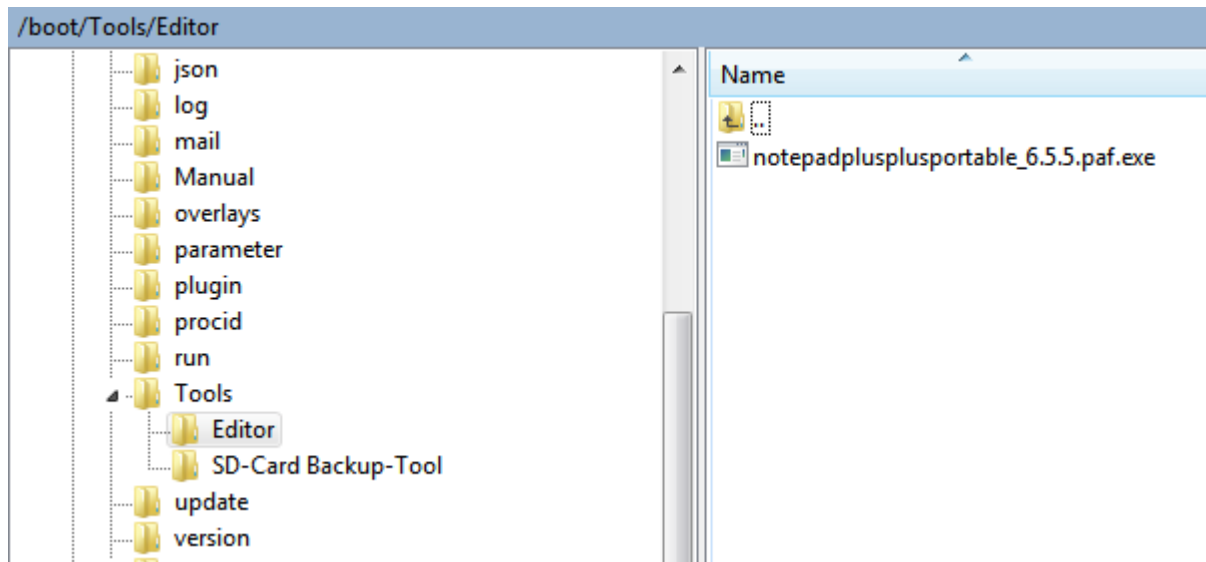
Kopien können in die höhere Ebene <wifi> kopiert werden und sind dann aktiv. *Vorher enthaltene Dateien evtl. in einem Unterverzeichnis sichern und dann in <wifi> löschen*

## Werkzeug zur Konfiguration

Als Editor zum Verändern der nachfolgenden Dateien empfiehlt sich **notepad++**

Eine ältere Kopie findet man auf der SD-Card im Directory /boot/Tools/

Neueste Versionen findet man unter <https://notepad-plus-plus.org/>



Diese Datei auf Ihrem windows oder LINUX PC starten

Die WiFi - Dateien mit diesen Werkzeug öffnen, editieren und wieder abspeichern

WIFI Dateien eines **Router**s, der in der Lok mitfährt (ADHOC), bzw. die Anlage stationär mit einem WLAN versorgt (INFRASTRUCTURE)

- boot
- camera
- command
- dyndns
- gprs
- json
- log
- mail
- Manual
- overlays
- parameter
- plugin
- procid
- run
- status
- System Volume Information
- Tools
- update
- version
- wifi

save	10.06.2016 14:09	File folder	
save_adhoc	10.06.2016 14:09	File folder	
wifi_AdHoc	10.06.2016 14:09	File folder	
wifi_Infrastructure_Loco	10.06.2016 14:09	File folder	
wifi_Infrastructure_Loco_51	10.06.2016 14:09	File folder	
wifi_Infrastructure_Loco_52	10.06.2016 14:09	File folder	
wifi_Infrastructure_Loco_53	10.06.2016 14:09	File folder	
wifi_Infrastructure_Loco_54	10.06.2016 14:09	File folder	
wifi_Infrastructure_Loco_55	10.06.2016 14:09	File folder	
wifi_Infrastructure_Loco_56	10.06.2016 14:09	File folder	
wifi_Infrastructure_Router	10.06.2016 14:09	File folder	
d.prm	20.04.2016 12:27	PRM File	1 KB
h.prm	20.05.2016 07:04	PRM File	1 KB
i.prm	20.04.2016 12:18	PRM File	1 KB
mode.prm	25.01.2015 13:00	PRM File	1 KB

4 Dateien bei  
ROUTER Betrieb

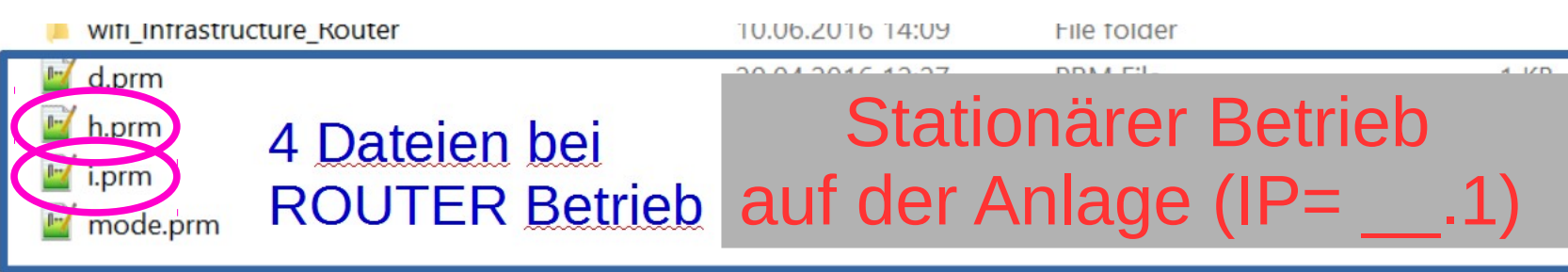
FAT-Bereich auf der SD-Card  
Explorer Sicht

WIFI Dateien der Slave- **Lok (INFRASTRUCTURE)**, die in einem WLAN mitfährt  
(Router befindet sich stationär auf der Anlage)

boot	save	10.06.2016 14:09	File folder	
camera	save_adhoc	12.06.2016 10:20	File folder	
command	wifi_AdHoc	10.06.2016 14:09	File folder	
dyndns	wifi_Infrastructure_Loco	10.06.2016 14:09	File folder	
gprs	wifi_Infrastructure_Loco_51	10.06.2016 14:09	File folder	
json	wifi_Infrastructure_Loco_52	10.06.2016 14:09	File folder	
log	wifi_Infrastructure_Loco_53	10.06.2016 14:09	File folder	
mail	wifi_Infrastructure_Loco_54	10.06.2016 14:09	File folder	
Manual	wifi_Infrastructure_Loco_55	10.06.2016 14:09	File folder	
overlays	wifi_Infrastructure_Loco_56	10.06.2016 14:09	File folder	
parameter	wifi_Infrastructure_Router	10.06.2016 14:09	File folder	
plugin	mode.prm	25.01.2015 13:00	PRM File	1 KB
procid	i.prm	14.02.2016 10:27	PRM File	1 KB
run	<b>2 Dateien bei SLAVE Betrieb</b>			
status				
System Volume Information				
Tools				
update				
version				
wifi				

FAT-Bereich auf der SD-Card  
Explorer Sicht

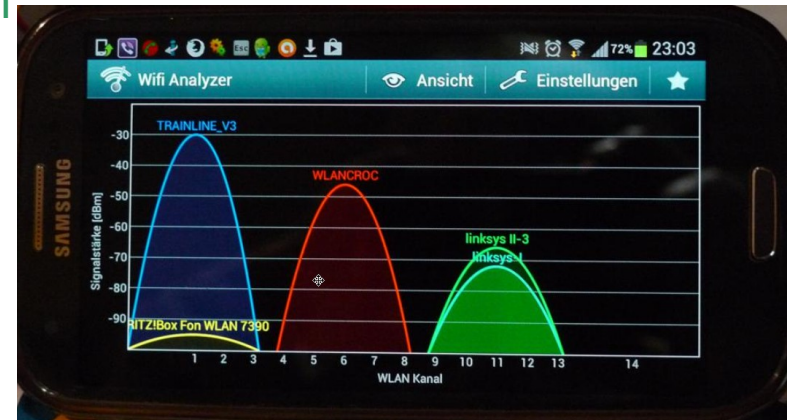




```
h.prm
1 interface=wlan0
2 driver=nl80211
3 ssid=TLWLAN_I150115
4 hw_mode=g
5 channel=6
6 macaddr_acl=0
7 auth_algs=1
8 ignore_broadcast_ssid=0
9 wpa=2
10 wpa_passphrase=TOPSECRET
11 wpa_key_mgmt=WPA-PSK
12 wpa_pairwise=TKIP
13 rsn_pairwise=CCMP
14
```

SSID – Netzwerkennung für alle IP-Knoten des WLAN  
 Kanal-Nummer des WLAN (1 – 13, Japan zus. 14)  
 WPA-2 Passwort – **mindestens 8 Zeichen - wichtig!**

Bei mehreren überlagernden Funkparabeln kann die Verbindungsqualität u.U. verbessert werden, wenn im Router eine “freie” Kanal-Nummer für das WLAN vorgewählt wird.



Android App “Wifi Analyzer”

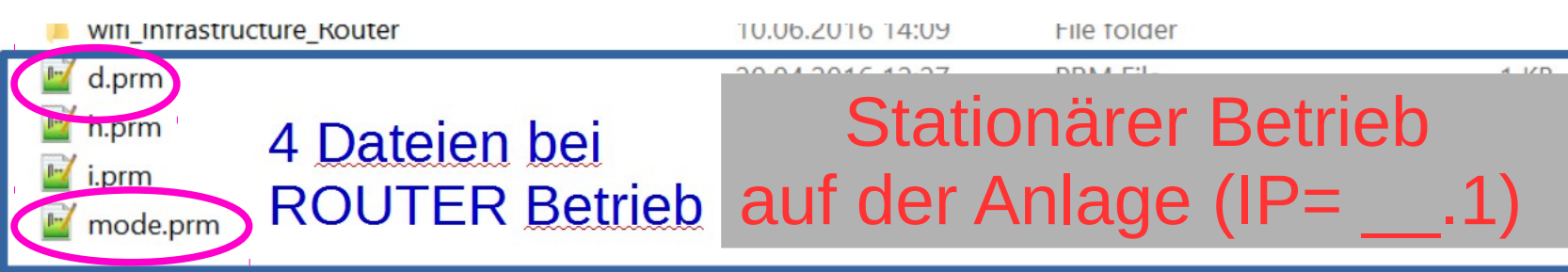
```
i.prm
1 #----- Loopback -----
2 auto lo
3 iface lo inet loopback
4
5 #----- Ethernet -----
6 auto eth0
7 iface eth0 inet dhcp
8
9 #----- wlan0 -----
10 auto wlan0
11 allow-hotplug wlan0
12
13 iface wlan0 inet static
14 address 172.24.4.1
15 mask 255.255.255.0
16 broadcast 172.24.4.255
17
18 network 172.24.4.0
19 # gateway 172.24.4.1
20 dns-nameservers 8.8.8.8
21 wireless-power off
22
```

Eine Änderung erfolgt nur im Router! Alle anderen Knoten “scannen” den Kanal selbst

IP-Adresse des Routers hier .1

Die Änderung der IP-Subnetz Struktur **172.24.4. \_\_\_\_** verlangt weitere Änderungen (Expertenwissen), welches den Umfang dieses Dokumentes bei weitem übersteigt!

**Es wird daher dringend empfohlen, die Kombination 172.24.4 nicht zu ändern!**



Stationärer Betrieb  
auf der Anlage (IP= \_\_.1)

4 Dateien bei  
ROUTER Betrieb

Die Adressen 172.24.4.2 bis 172.24.4.50 werden per DHCP (automatisch) den Smartphones, Tablets etc. vom Router zugewiesen. Alle anderen IP-Adressen sind statisch (manuell) zu konfigurieren (z.B. Router und Loks)

Die Voreinstellung impliziert, dass der Router die IP-Adresse 172.24.4.1 besitzt und er die DHCP-Adressen an die Smartphones "least" (verleiht).

Die Datei mode.prm ist eine "Hilfsdatei", um einen LINUX-Fehler zu umgehen:

Sie definiert (noch einmal) den Router im Netzwerk (für ALLE IP-Knoten).

Sie gewährleistet, dass alle IP-Knoten (vornehmlich die Loks) den Router erneut nach einem Stromausfall des Router (Zusammenbrechen des WLANs) scannen. Ansonsten müssten auch alle Loks neu gebootet werden, um nach dem Netzwerk zu suchen und sich neu zu verbinden.

Auch ein Router benötigt (aus anderen Gründen) diese Datei.

wifi\_infrastructure\_router

10.06.2016 14:09

File folder

d.prm

h.prm

i.prm

mode.prm

20.04.2016 13:27

20.04.2016 13:27

20.04.2016 13:27

25.04.2016 13:27

PRM File

PRM File

PRM File

PRM File

1 KB

1 KB

1 KB

1 KB

4 Dateien bei  
ROUTER Betrieb

ADHOC Betrieb  
in der Lok (IP= \_\_.51)

h.prm

1 interface=wlan0

2 driver=nl80211

3 ssid=TLWLAN\_A150115

4 hw mode=g

5 channel=3

6 macaddr\_acl=0

7 auth\_algs=1

8 ignore\_broadcast\_ssid=0

9 wpa=2

10 wpa\_passphrase=TOPSECRET

11 wpa\_key\_mgmt=WPA-PSK

12 wpa\_pairwise=TKIP

13 rsn\_pairwise=CCMP

14

SSID – Netzwerkkennung für alle IP-Knoten des WLAN

Kanal-Nummer des WLAN (1 – 13, Japan zus. 14)

WPA-2 Passwort – mindestens 8 Zeichen - wichtig!

i.prm

1 #----- Loopback -----

2 auto lo

3 iface lo inet loopback

4

5 #----- Ethernet -----

6 auto eth0

7 iface eth0 inet dhcp

8

9 #----- wlan0 -----

10 auto wlan0

11 allow-hotplug wlan0

12

13 iface wlan0 inet static

14 address 172.24.4.51

15 mask 255.255.255.0

16 broadcast 172.24.4.255

17

18 network 172.24.4.0

19 # gateway 172.24.4.51

20 dns-nameservers 8.8.8.8

21 wireless-power off

22

Es gelten die gleichen Aussagen wie beim stationären Router Betrieb (Seite 9).

Es wurde lediglich die IP-Adresse \_\_.1 in \_\_.51 geändert, damit die ADHOC Lok aus der NETIO-Oberfläche für die IP-Adresse 172.24.4.51 angesteuert werden kann!

IP-Adresse des Routers hier .51

wifi_infrastructure_router	10.06.2016 14:09	File folder
d.prm	20.04.2016 12:27	PRM File 1 KB
h.prm	20.04.2016 12:27	PRM File 1 KB
i.prm	20.04.2016 12:27	PRM File 1 KB
mode.prm	25.04.2016 12:27	PRM File 1 KB

4 Dateien bei  
ROUTER Betrieb

ADHOC Betrieb  
in der Lok (IP= \_\_.51)

```

1 expand-hosts
2 interface=wlan0
3
4 # DHCP-Server nicht aktiv für bestehendes Netzwerk
5 no-dhcp-interface=eth0
6
7 #dhcp-authoritative
8 #+++++
9 dhcp-range=172.24.4.2,172.24.4.50,12h
10 #+++++
11 #subnet mask
12 dhcp-option=1,255.255.255.0
13 #gateway
14 dhcp-option=3,172.24.4.51
15 #dns
16 dhcp-option=6,8.8.8.8
17

```

Es gelten die gleichen Aussagen wie beim stationären Router Betrieb (Seite 10).

```

1 ROUTER=172.24.4.51
2 WIFI_CHECK=YES
3 WAIT_CHECK_TIME=60 # Zeit nach Boot
4 LOOP_IDLE_TIME=10 #
5 PINGS=10
6 PING_WAIT_TIME=2
7

```

Es wurde lediglich die IP-Adresse \_\_.1 in \_\_.51 geändert, damit die ADHOC Lok aus der NETIO-Oberfläche für die IP-Adresse 172.24.4.51 angesteuert werden kann!

## 2 Dateien bei SLAVE Betrieb

win infrastructure_router	10.00.2016 14:09	File Folder	
mode.prm	25.01.2015 13:00	PRM File	1 KB
i.prm	14.02.2016 10:27	PRM File	1 KB

```
i.prm
1 #
2 auto lo
3 iface lo inet loopback
4
5 #----- wlan0 -----
6 ## Ethernet Schnittstelle 0
7 auto eth0
8 # Beim Bootvorgang automatisch starten
9 iface eth0 inet dhcp
10
11 #----- wlan0 -----
12 auto wlan0
13 allow-hotplug wlan0
14
15 iface wlan0 inet static
16     address 172.24.4.51
17     mask 255.255.255.0
18     gateway 172.24.4.1
19     dns-nameservers 172.24.4.1
20     wireless-power off
21 wpa-ap-scan 1
22 wpa-scan-ssid 1
23
24 wpa-ssid TLWLAN I150115
25 wpa-psk TOPSECRET
26
```

Statische Ip-Adresse des “Slaves” im WLAN – typischerweise Loks in einem Modellbahn-WLAN mit stationärem Router

SSID – Netzwerkennung für alle IP-Knoten des WLAN

WPA-2 Passwort – **wichtig, mindestens 8 Zeichen!**

```
mode.prm
1 ROUTER=172.24.4.1
2 WIFI_CHECK=YES
3 WAIT_CHECK_TIME=60 # Zeit nach Boot
4 LOOP_IDLE_TIME=10 #
5 PINGS=10
6 PING_WAIT_TIME=2
7
```

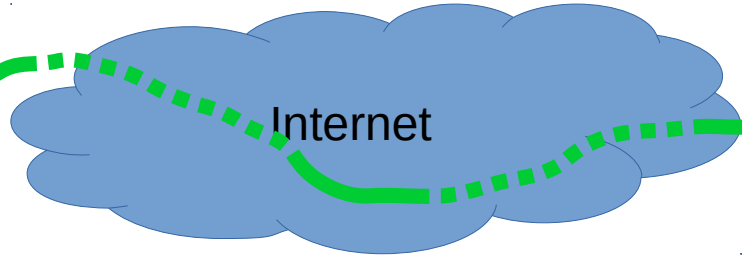
Die Datei mode.prm ist eine “Hilfsdatei”, um einen LINUX-Fehler zu umgehen ... - (siehe Erklärung zuvor)



# Trainline Service über das Internet per Tunneling

Router im Haus  
Bindeglied zum Internet.  
Seine Sicherheitseinstellungen  
("Firewall-Settings")  
bleiben unangetastet

"Graues"  
Ethernet Kabel  
(mit RJ45 Stecker)  
verbindet den Router  
im Haus mit dem  
Modellbahn-WLAN



Trainline Service PC

Lok erkennt beim Booten die funktionierende Verbindung  
zum Internet und baut automatisch eine Verbindung zum  
Trainline Service PC auf. Der Service Mitarbeiter "loggt"  
sich in die Lok ein und führt z.B. den Service durch.

