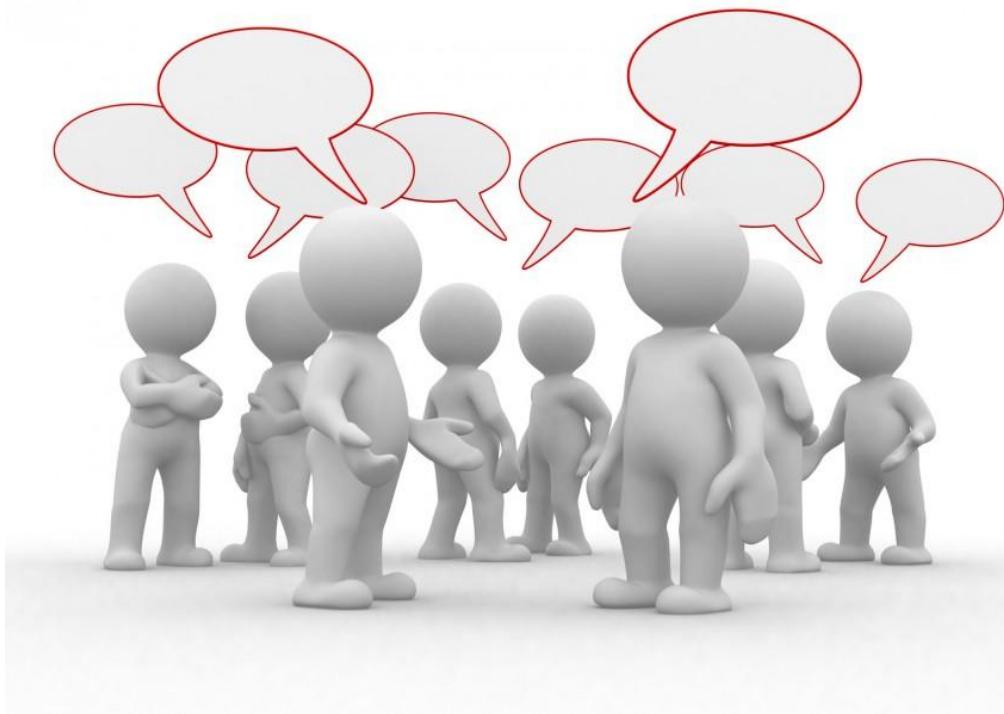


# Netzwerke und Internet II - D

Dr. Philipp Hurni, Kantonsschule Sursee

# Inhärente Probleme von Computernetzen



Beschränkte Kanal-Ressourcen – viele Netzwerkeinnehmer

# Agenda

- Ressourcen im Bereich Computernetze
  - Rollenspiel / Simulation
- Multiplex-Verfahren
  - Zeit-Multiplex
  - Frequenz-Multiplex
  - Raum-Multiplex



# Innäre Probleme von Computernetzen

- **Beschränkte Ressourcen:** Computernetze stehen vor dem Problem, dass viele Teilnehmer gleichzeitig auf begrenzte Kanal-Ressourcen zugreifen wollen.
- **WLAN in vollen Cafés, Zügen, Flugzeugen:** Wenn viele Geräte gleichzeitig eingeloggt sind, sinkt die Geschwindigkeit für den Einzelnen spürbar.
- **Mehrere Personen** zuhause am surfen ging bis weit in die 2000-er Jahre kaum

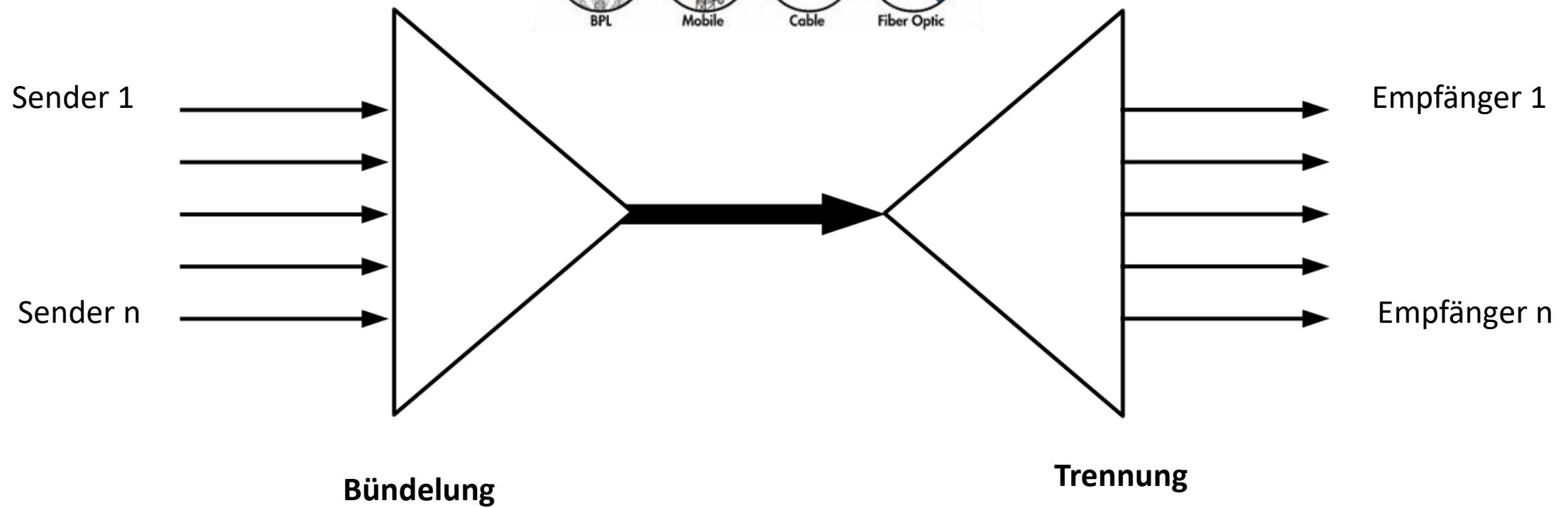


Beschränkte Kanal-Ressourcen – viele Netzwerkeinnehmer

# Multiplexing

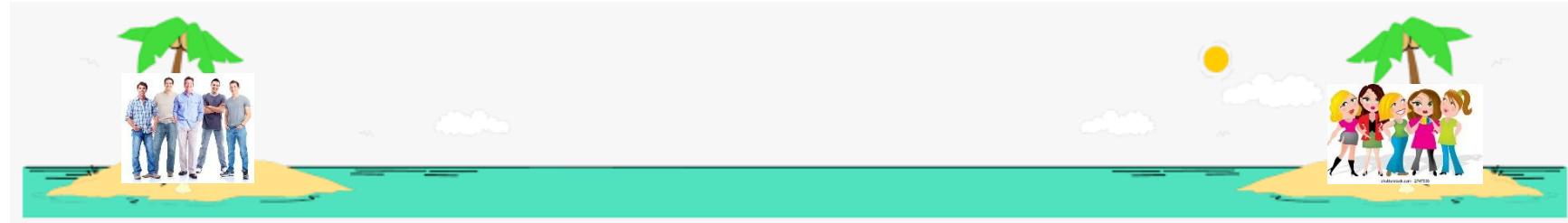
- **Multiplexing (oft abgekürzt als MUX)** ist ein Verfahren in der Informationstechnik und Telekommunikation, bei dem mehrere Signale oder Datenströme kombiniert und gleichzeitig über ein gemeinsames Übertragungsmedium (wie ein Kabel, eine Glasfaser oder Funk) gesendet werden. Ziel ist es, die vorhandene Bandbreite eines Kanals optimal auszunutzen
- **Bündelung:** Der Multiplexer (MUX) führt die verschiedenen Eingangssignale zu einem einzigen zusammengesetzten Signal zusammen.
- **Trennung:** Am Zielort trennt ein Demultiplexer (DEMUX) dieses Signal wieder in die ursprünglichen einzelnen Datenströme auf.

# Multiplexing



# Multiplexing Übung

- Insel-Problem: 2 Inseln, 2 Gruppen Schiffsbrüchige (Männer, Frauen)
  - Jeder Mann will mit seiner Frau/Freundin kommunizieren
  - Ungeheuer grosses Mitteilungsbedürfnis (Ich liebe dich!)
  - Wenn alle gleichzeitig sprechen, kommt nichts (Schlaues) an
- Wie können sie das Problem lösen?



# Simulation

- Jeder hat 1 Kommunikationspartner
- Jeder muss dem anderen ein Liebesgedicht übermitteln

## Ansatz #1

- Wer zuerst fertig ist, hat gewonnen

## Ansatz #2

- Wenn alle innerhalb 1min fertig sind, werden alle belohnt

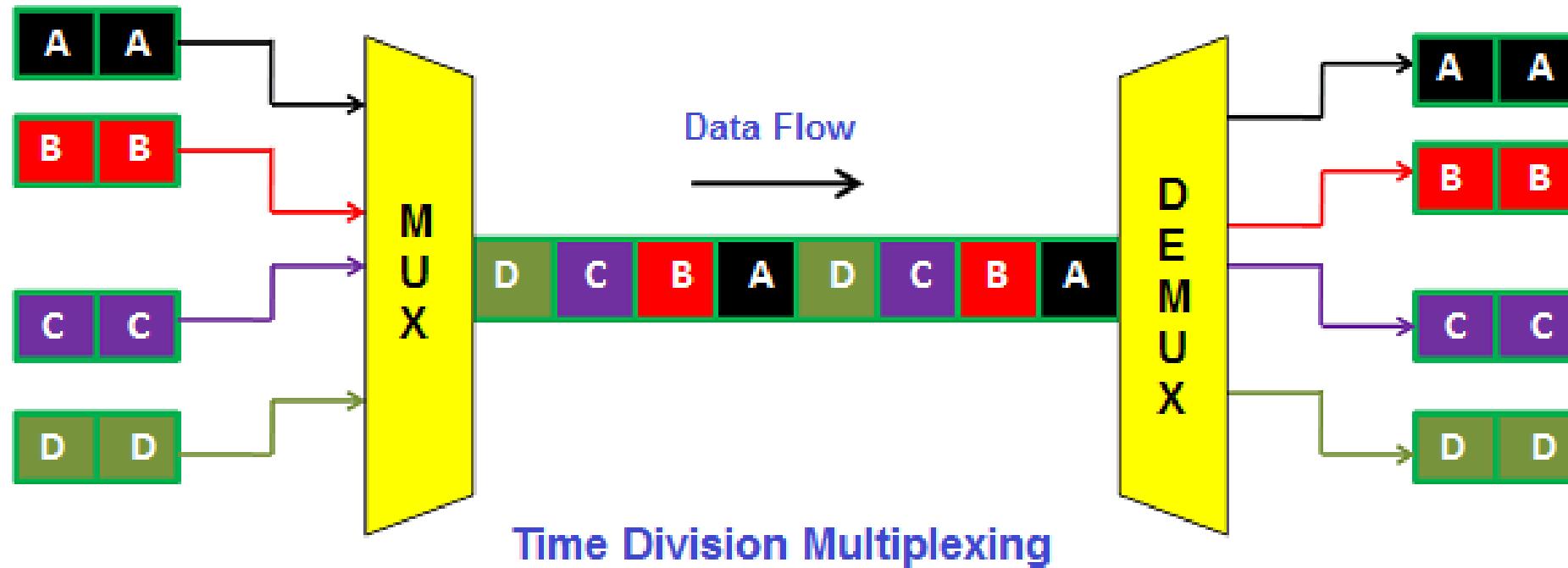
# Multiplex-Verfahren

- Zeitmultiplex: Jede der n Gruppen hat jeweils  $1/n$  der Zeit um zu Sprechen. Zuerst spricht die 1. Gruppe (1min), dann die 2. Gruppe (2min)
- Raummultiplex: Sie verteilen sich entlang der Küste. So kommt mehr an
- Frequenzmultiplex: Eine Gruppe spricht extrem hochfrequent (Sopran). Die andere Tieffrequent (Bass).

# Zeit-Multiplex

- Exklusive Sendezeit: Beim Zeitmultiplex wird der Übertragungskanal so aufgeteilt, dass jeder Sender (z. B. jede Gruppe von Schiffbrüchigen) einen festen Zeitraum erhält, in dem er exklusiv über das Medium kommunizieren darf.
- Sequenzielle Abfolge: Die Signale der verschiedenen Teilnehmer werden nicht gleichzeitig, sondern in einer zeitlich nacheinander geschalteten Reihenfolge übertragen, was durch einen Multiplexer (MUX) koordiniert wird.

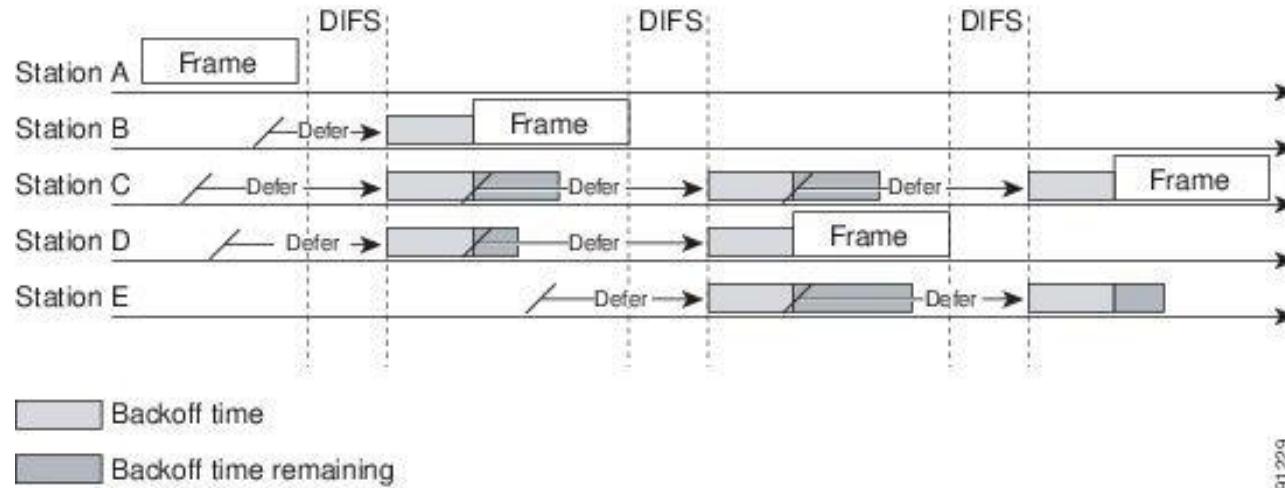
# Zeit-Multiplex



# WLAN (802.11) – Zeit-Multiplex mit «Random Backoff»

- **Vermeidung von Kollisionen:** Da im WLAN nicht alle Teilnehmer gleichzeitig senden können, ohne dass die Signale kollidieren, "hören" die Geräte zuerst in das Medium hinein. Wenn bereits jemand sendet, wird der eigene Sendevorgang verschoben.
- **Das Zufallsprinzip (Random Backoff):** Damit nach einer Belegung nicht alle wartenden Geräte exakt gleichzeitig loslegen (was sofort zu einer neuen Kollision führen würde), zieht jedes Gerät eine zufällige Wartezeit aus einem definierten Zeitfenster.
- **Gerechtigkeit und Effizienz:** Erst wenn dieser individuelle "Countdown" abgelaufen ist und der Kanal immer noch frei ist, schickt das Gerät seine Daten ab. Wer die kleinste Zufallszahl gezogen hat, darf zuerst senden

# WLAN (802.11) – Zeit-Multiplex mit «Random Backoff»



- A sendet, B, C, D wollen auch
- Nach A warten alle für DIFS (Zeit)
- Sie wählen eine zufällige Wartezeit
- B's Wartezeit ist kürzeste, sendet Frame
- C, D hören das, warten B ab. Nach Frame warten sie DIFS und wählen zufällige Zeit. Auch E will nun senden, macht dasselbe.
- D's Wartezeit ist kürzeste, sendet Frame.
- C, E hören das, warten D ab... usw.

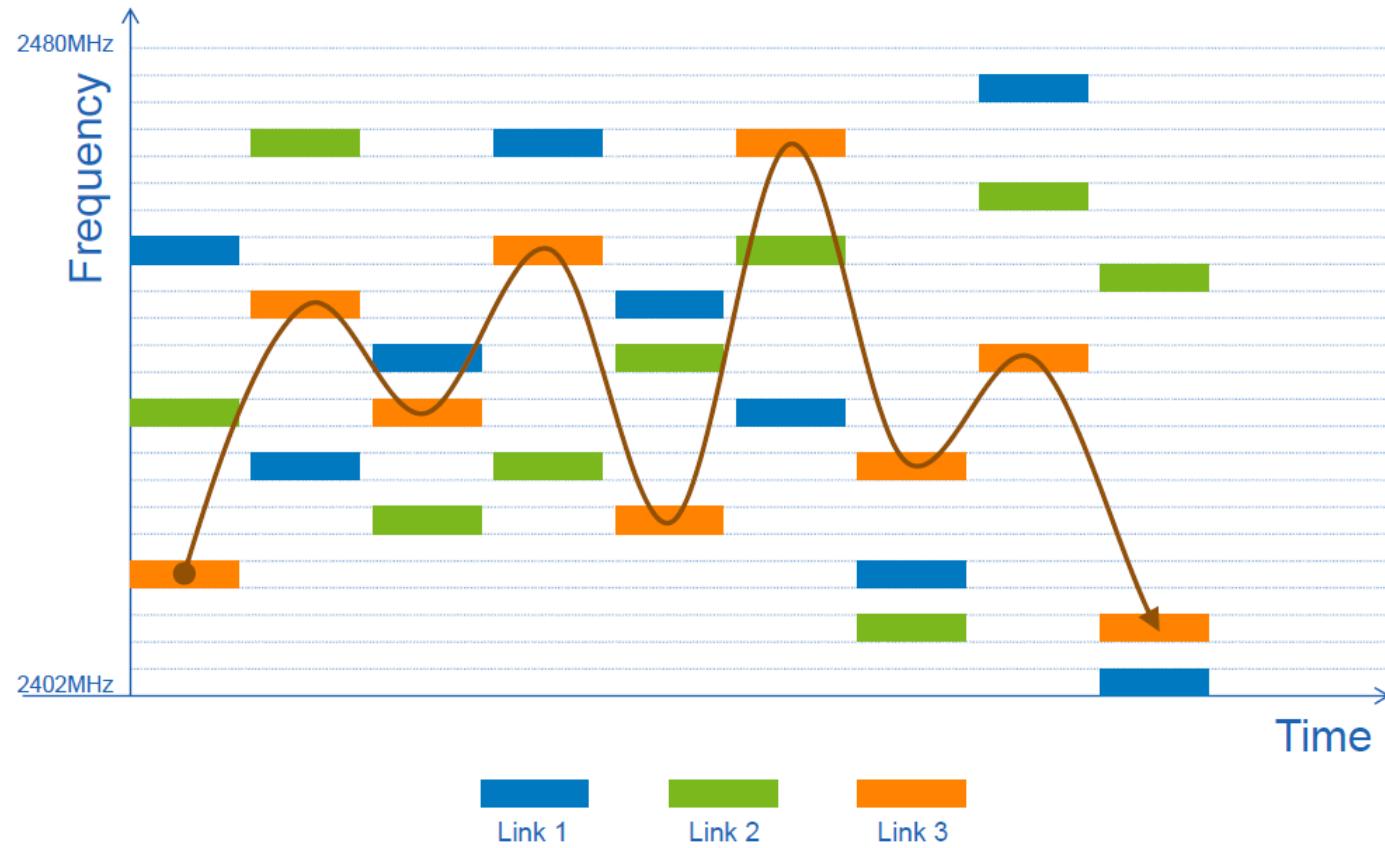
DIFS, "Zufallsintervall" kann abgeändert werden im Treiber

<https://wireless.wiki.kernel.org/en/users/drivers>

# Frequenz-Multiplex

- Die verfügbare Gesamtbandbreite wird in **verschiedene Frequenzbereiche** unterteilt, so dass mehrere Gruppen gleichzeitig über denselben Kanal kommunizieren können, indem sie unterschiedliche Frequenzen nutzen.
- Beim Frequency Hopping wird die Übertragungsfrequenz nicht statisch beibehalten, sondern **wechselt ständig** nach einem bestimmten Muster über die Zeit hinweg.
- Moderne Mobilfunknetze nutzen eine **Kombination aus verschiedenen Multiplexing-Techniken**, um eine effiziente Kommunikation für viele Teilnehmer gleichzeitig zu ermöglichen.

# Frequenz-Multiplex



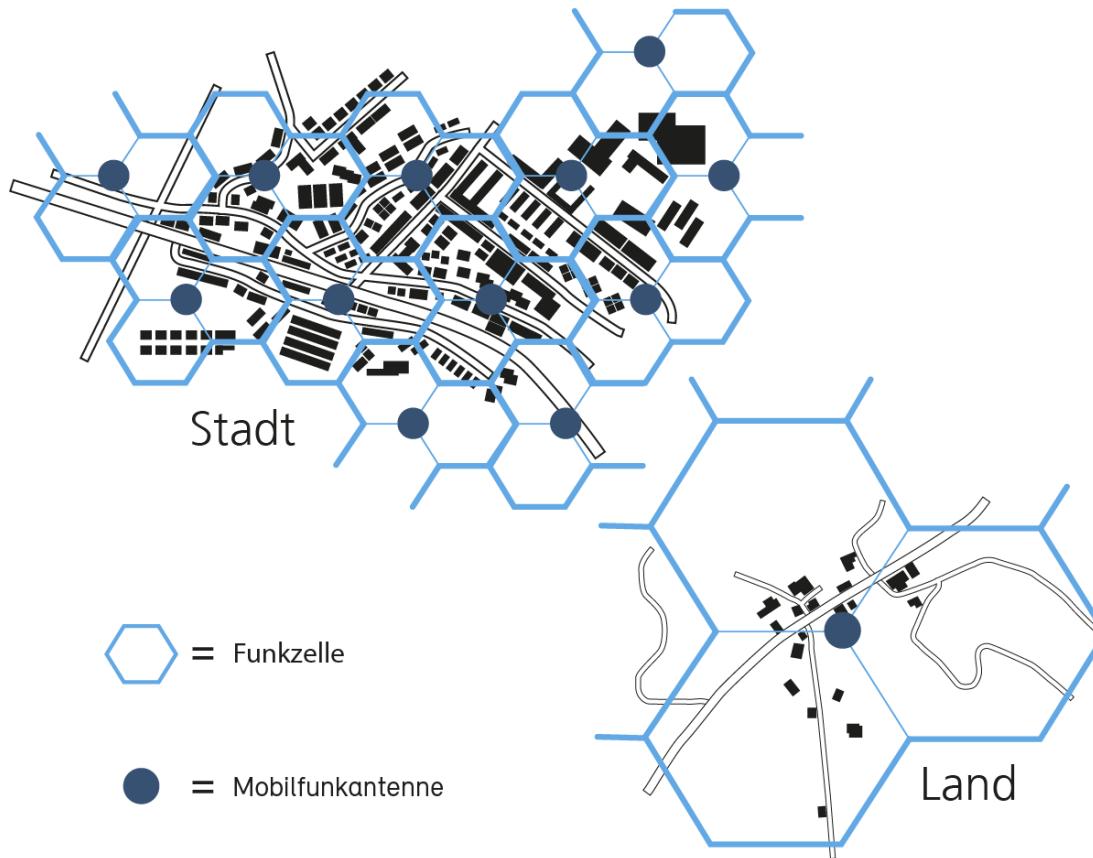
«Frequency Hopping»

# Raum-Multiplex

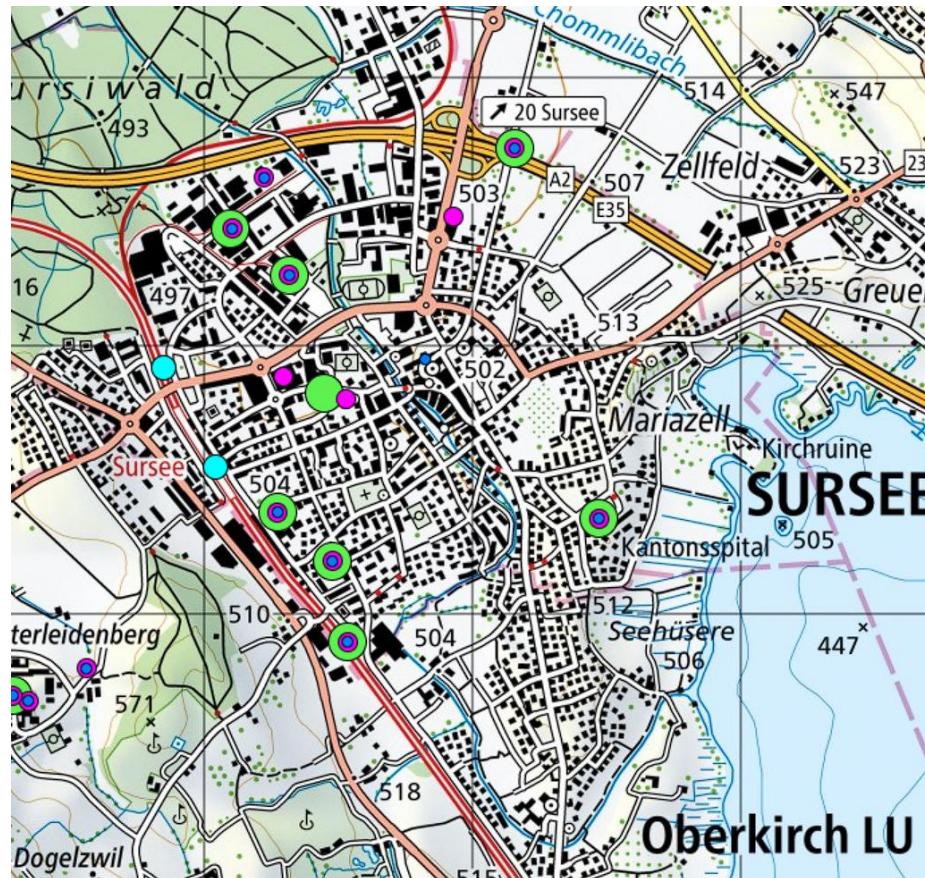
- Beim Raummultiplex wird die Ressource "Raum" genutzt, um Signale voneinander zu trennen. Teilnehmer verteilen sich räumlich so weit voneinander, dass ihre Signale sich nicht gegenseitig überlagern oder stören.
- In der Praxis wird Raummultiplex massiv in Mobilfunknetzen eingesetzt. Das Versorgungsgebiet wird in ein schematisches Netz aus vielen kleinen Funkzellen unterteilt.

# Raum-Multiplex

Schematisches Mobilfunknetz



# Standorte von Sendeanlagen - Sursee



<http://map.funksender.admin.ch/>