



Workshop Ril 883.2000 und NXO-Net - Anmerkungen GNSS SSR Technologie -

Martin Schmitz,
Stefan Wicke, Andreas Geilmann

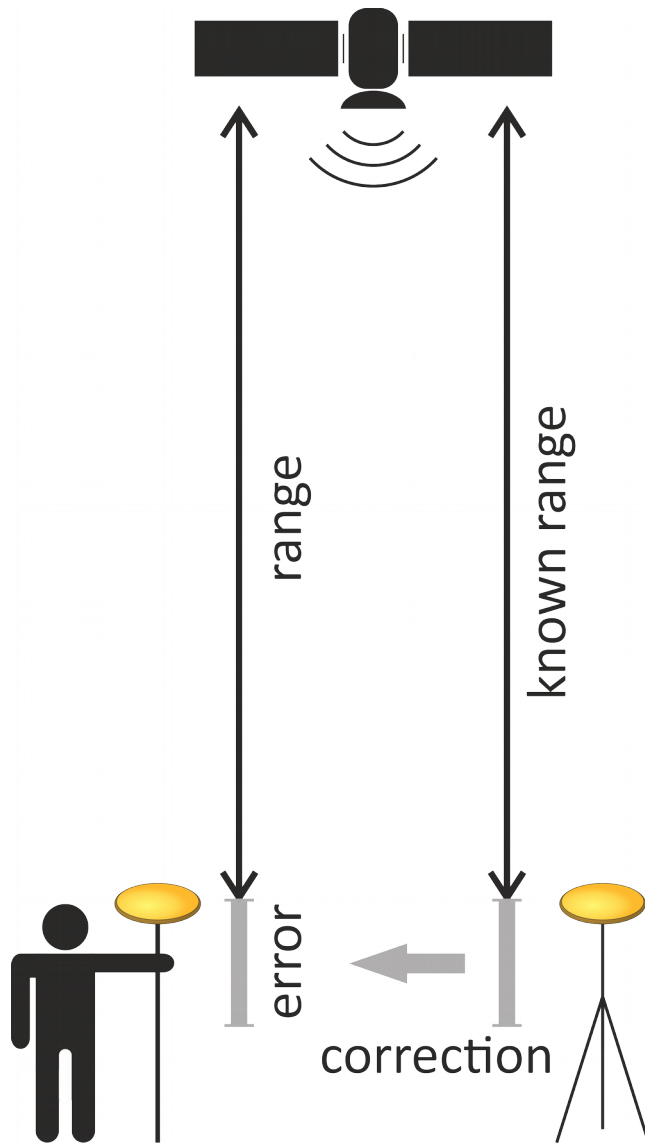
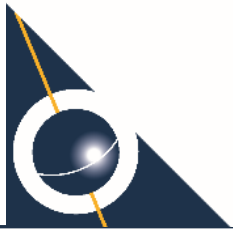
Geo++[®] GmbH
30827 Garbsen
Germany
www.geopp.com



- Einführung in State Space Representation
 - GNSS SSR und OSR Konzept
 - Exkurs zukünftige GNSS SSR Technologie
- NXO-Net und GNSS SSR Komponente
- Zusammenfassung

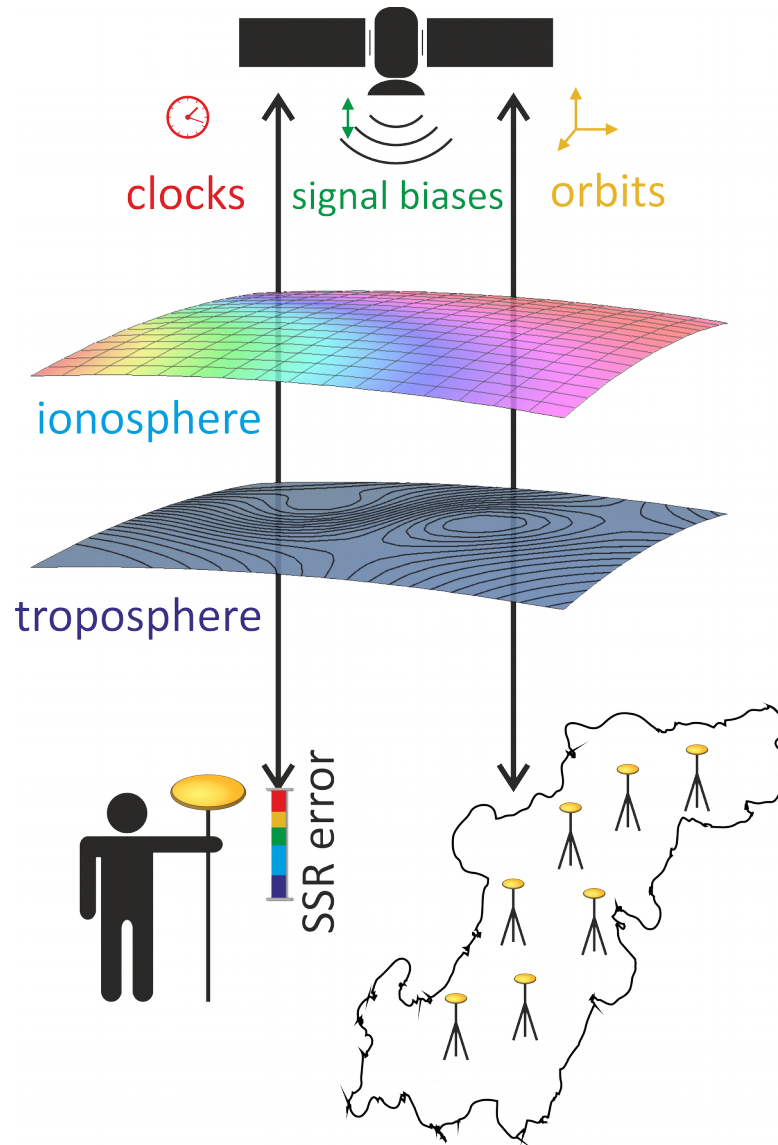
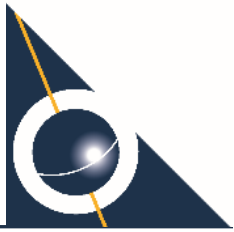


- Einführung in State Space Representation
 - GNSS SSR und OSR Konzept
 - Exkurs zukünftige GNSS SSR Technologie
- NXO-Net und GNSS SSR Komponente
- Zusammenfassung

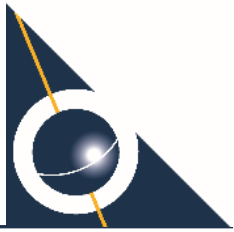


- GNSS Messungen eines **Rover** werden verbessert durch **GNSS Korrekturdaten** wie sie auf einer **nahe gelegenen Referenzstation** gemessen werden
- Ansatz wird **Observation Space Representation (OSR)** Technik genannt, da die Beobachtungen der Referenzstationen direkt benutzt werden
- Beispiele sind
 - GNSS Vernetzungen (wie SAPOS)
 - DGNSS (wie lokale Referenzstation)

siehe auch Wübbena, J., T. Wübbena, M. Schmitz, G. Wübbena (2016). SSR-Technologie für skalierbare GNSS Dienste. Prinzipien, Anwendungen, Standardisierung. Intergeo 2016, "Trends in der GNSS-Positionierung", 11.10.2016, Hamburg.

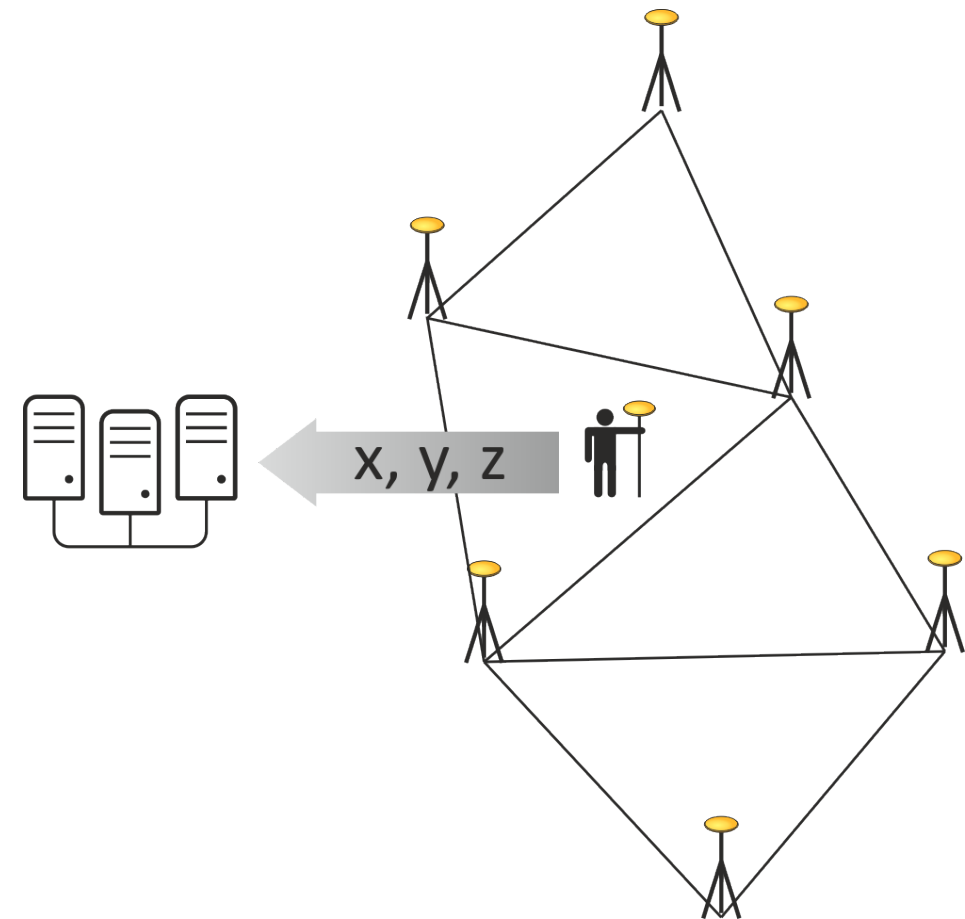


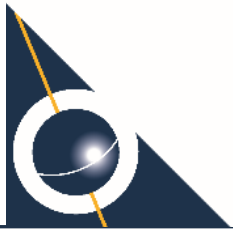
- **Vernetzung von Referenzstationen** wird genutzt um **GNSS Fehlerkomponenten** zu dekorrelieren:
 - Satellitenuhren
 - Satellitenbahnen
 - Satelliten-Signal-Biases
 - ionosphärische Veränderung
 - troposphärische Verzögerung
- hiermit kann ein Nutzer **GNSS Korrekturdaten** gültig **für seine Position berechnen**
- zusätzlich statistische Information um Rover Algorithmus zu unterstützen
- Ansatz wird **State Space Representation (SSR)** Technik genannt, da der Zustand der GNSS Fehlerkomponenten bestimmt wird
- Beispiele sind
 - PPP, SBAS
 - PPP-RTK



GNSS OSR Anwendung - Duplex

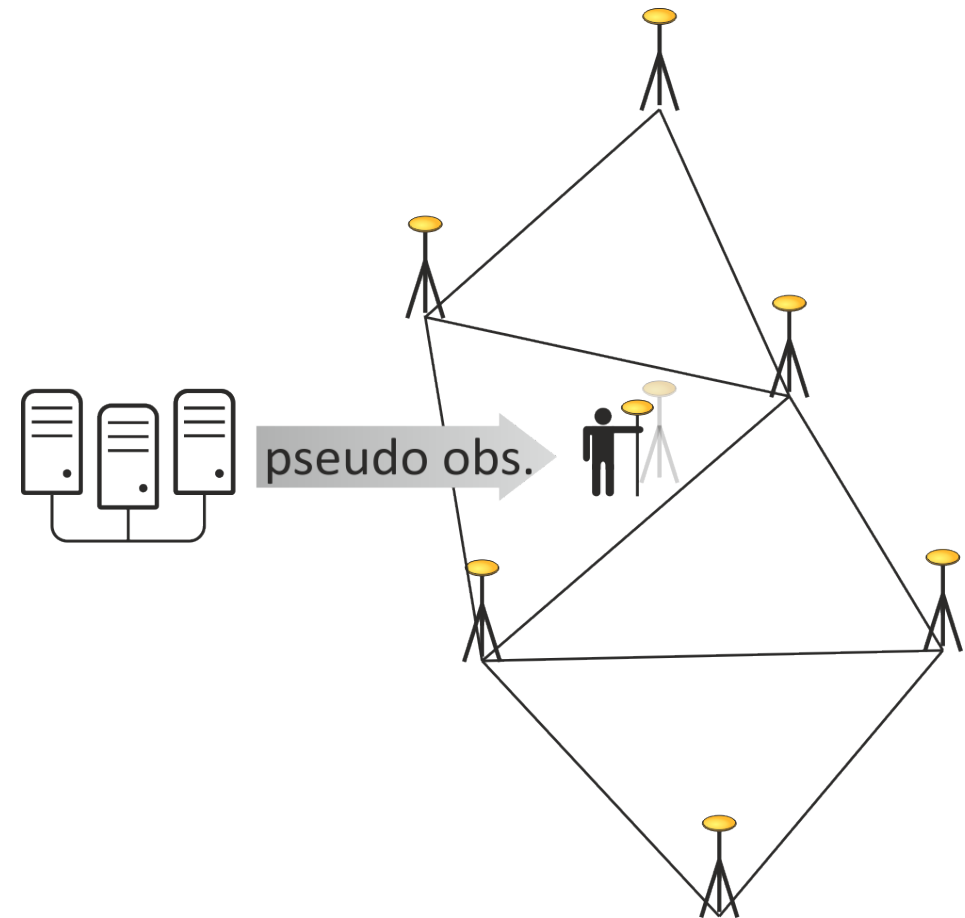
- **OSR** wird oft als sogenannte Pseudo- (**PRS**) oder virtuelle Referenzstation (**VRS**) umgesetzt
 - 1. Rover übermittelt seine grobe Position an den Dienstbetreiber
 - 2. Beobachtungen einer Pseudo-Referenzstation werden durch Interpolation realer Stationsdaten erzeugt
 - 3. Beobachtungen der Pseudo-Referenzstation werden an den Rover übermittelt und sind äquivalent zu einer nahen Referenzstation
- ein duplex Kommunikationskanal pro Nutzer ist notwendig

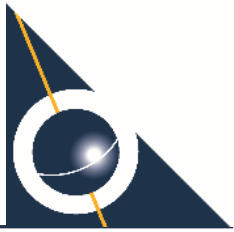




GNSS OSR Anwendung - Duplex

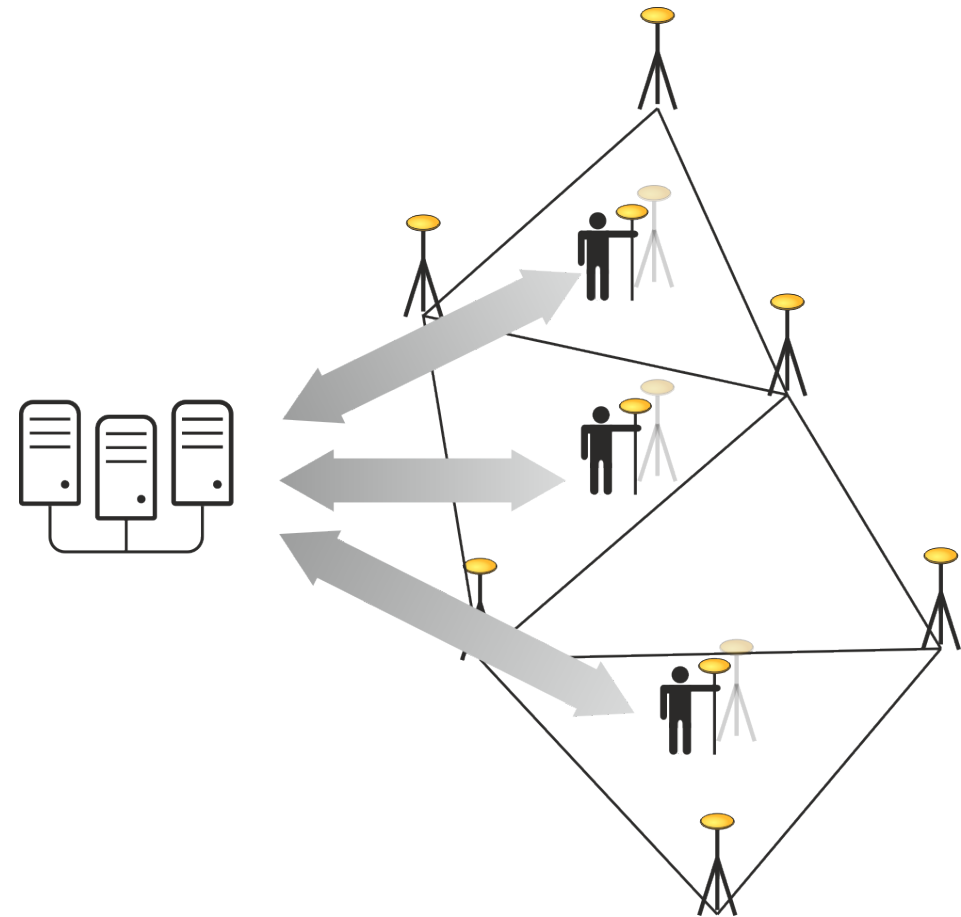
- **OSR** wird oft als sogenannte Pseudo- (**PRS**) oder virtuelle Referenzstation (**VRS**) umgesetzt
 1. Rover übermittelt seine grobe Position an den Dienstbetreiber
 - 2. Beobachtungen einer Pseudo-Referenzstation werden durch Interpolation realer Stationsdaten erzeugt
 - 3. Beobachtungen der Pseudo-Referenzstation werden an den Rover übermittelt und sind äquivalent zu einer nahen Referenzstation
- ein duplex Kommunikationskanal pro Nutzer ist notwendig

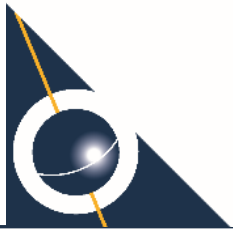




GNSS OSR Anwendung - Duplex

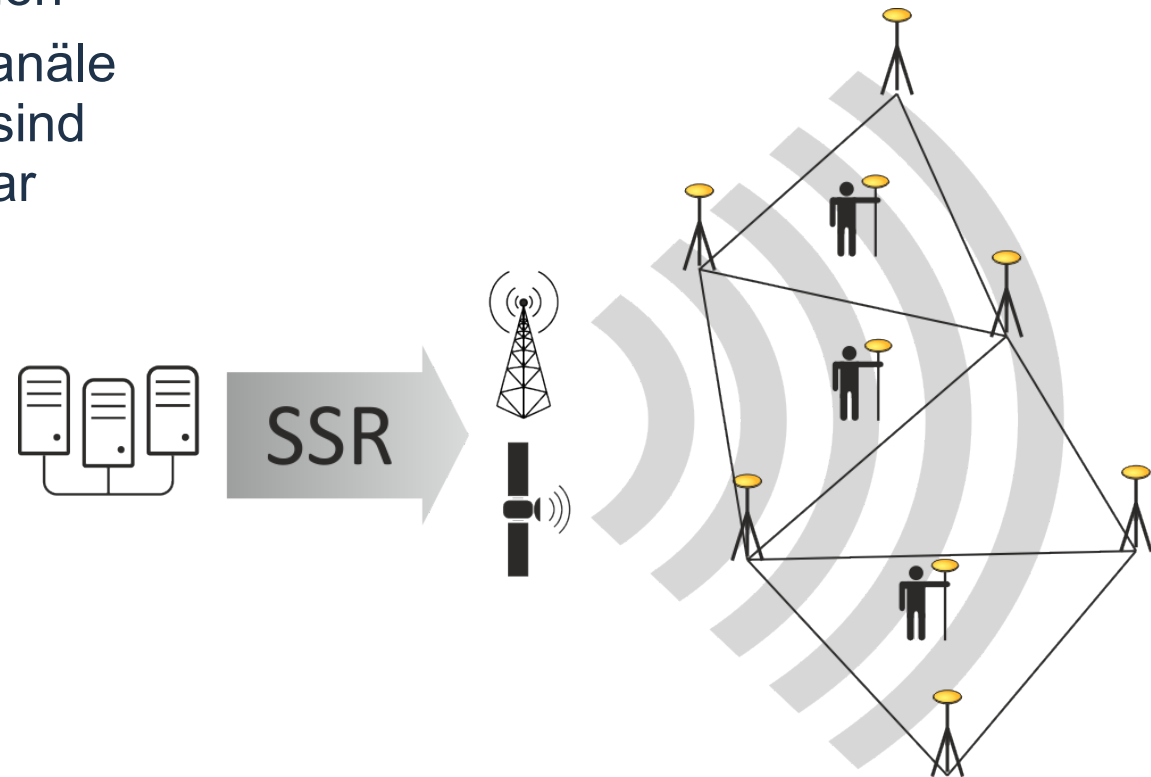
- **OSR** wird oft als sogenannte Pseudo- (**PRS**) oder virtuelle Referenzstation (**VRS**) umgesetzt
 - 1. der Rover übermittelt seine grobe Position an den Dienstbetreiber
 - 2. Beobachtungen einer Pseudo-Referenzstation werden durch Interpolation realer Stationsdaten erzeugt
 - 3. Beobachtungen der Pseudo-Referenzstation werden an den Rover übermittelt und sind äquivalent zu einer nahen Referenzstation
- **ein duplex Kommunikationskanal pro Nutzer ist notwendig**





GNSS SSR Anwendung - Broadcast

- **SSR** basierte Netzwerk-RTK
- **nur ein Datenstrom** wird für alle Nutzer bereitgestellt/übertragen
- **simplex Kommunikationskanäle** (z.B. Satelliten, Digitalradio) sind alternativ zum Internet nutzbar

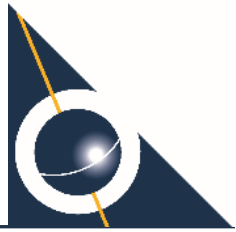




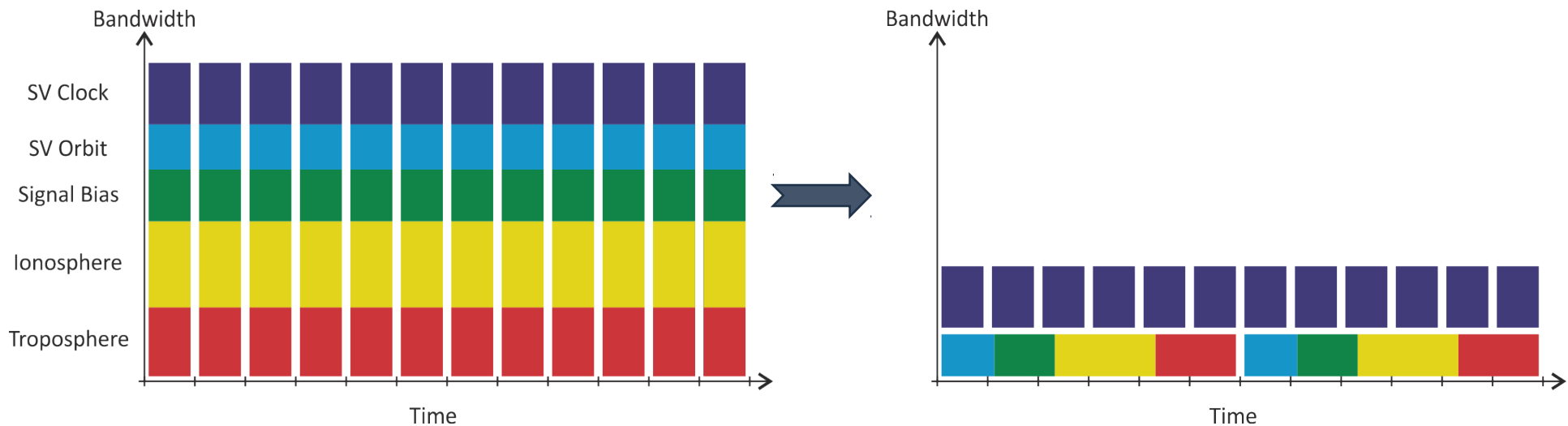
- Einführung in State Space Representation
 - GNSS SSR und OSR Konzept
 - Exkurs zukünftige GNSS SSR Technologie
- NXO-Net und GNSS SSR Komponente
- Zusammenfassung

GNSS SSR Anwendung

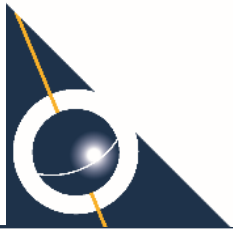
Bandbreitenminimierung – SSR Skalierung über Zeit



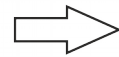
- **zeitliche Verhalten der SSR Komponenten**
 - Satellitenuhren weisen kurzzeitige Variationen auf, für cm-genaue Positionierung Update Rate von ca. 10 s notwendig
- individuelle **Anpassung der Update Raten** ergibt
 - Reduktion der Bandbreite
 - bei gleicher Qualität



GNSS SSR Dienste - Wesentliche Vorteile

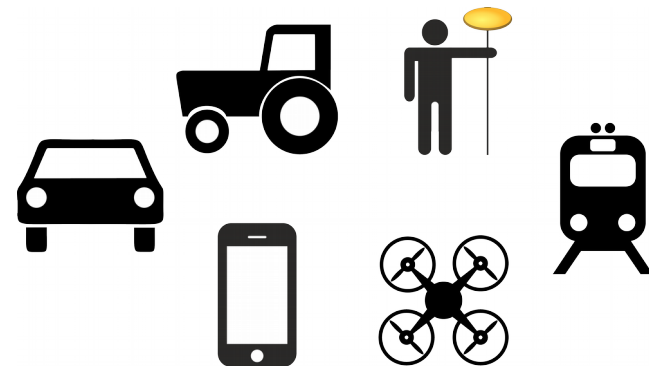


Broadcast Korrekturen

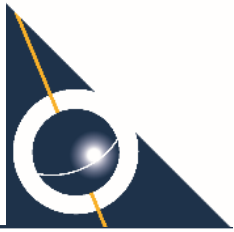


minimiert Kommunikationsbandbreite

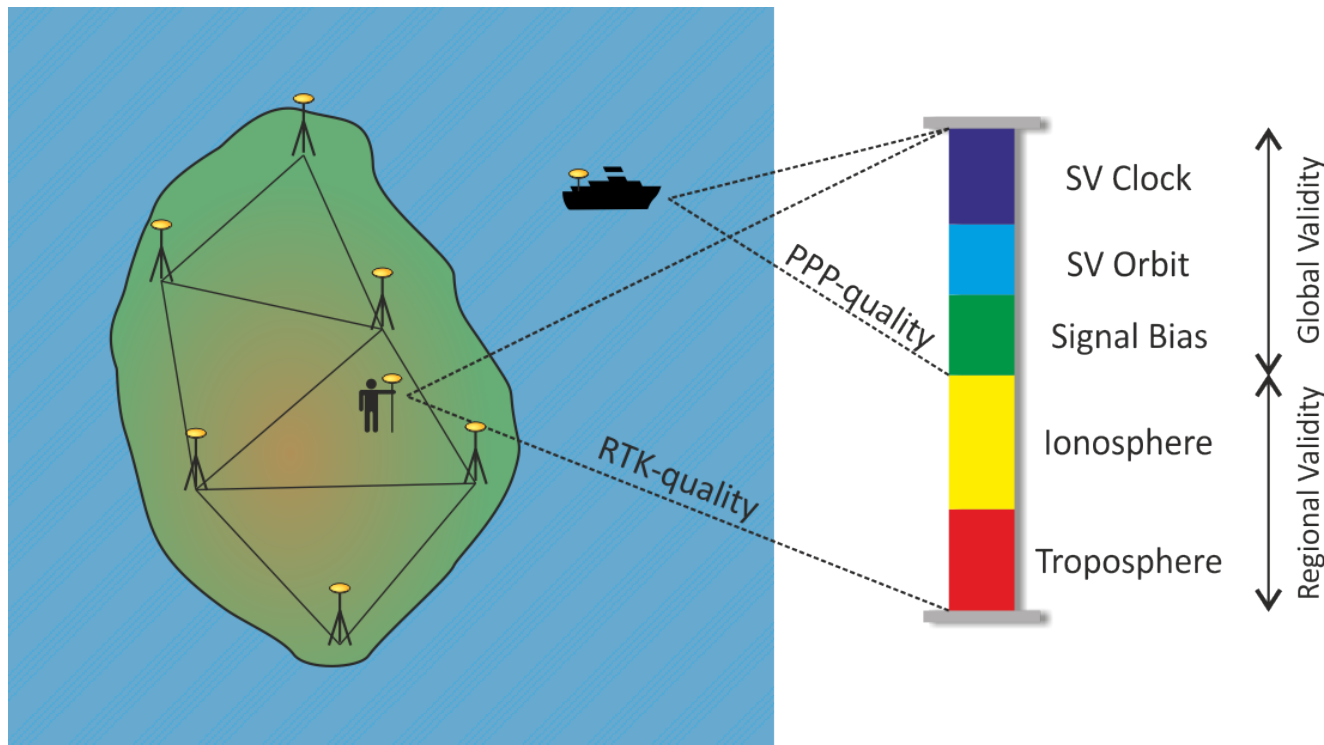
skalierbare GNSS Dienste

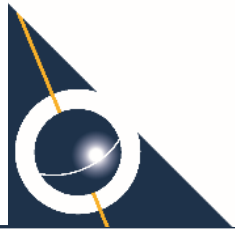


GNSS SSR Dienste – Skalierbare Dienstbereiche



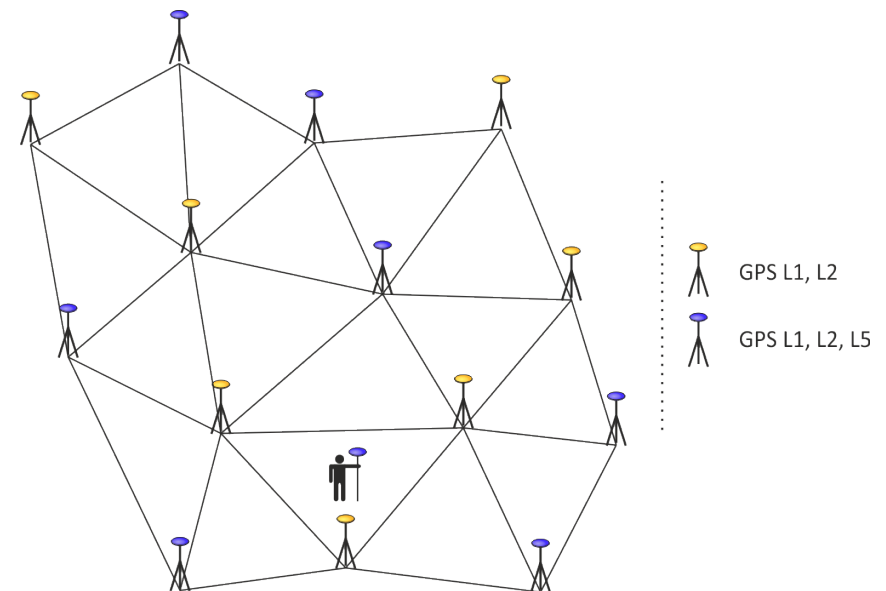
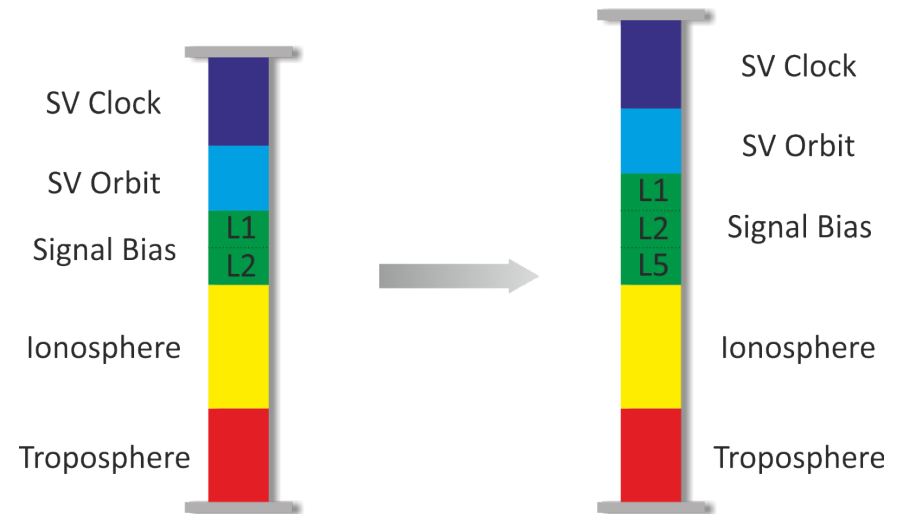
- SSR erlaubt
 - **unterschiedliche Genauigkeiten** für unterschiedliche Regionen
 - mit einem **einzelnen Datenstrom**
 - beispielsweise
ein Bereich mit hoher Referenzstationsdichte und **RTK Qualität**
sowie benachbarte Bereiche mit **PPP Qualität**



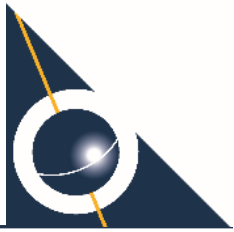


GNSS SSR Dienste – Skalierbare Signale

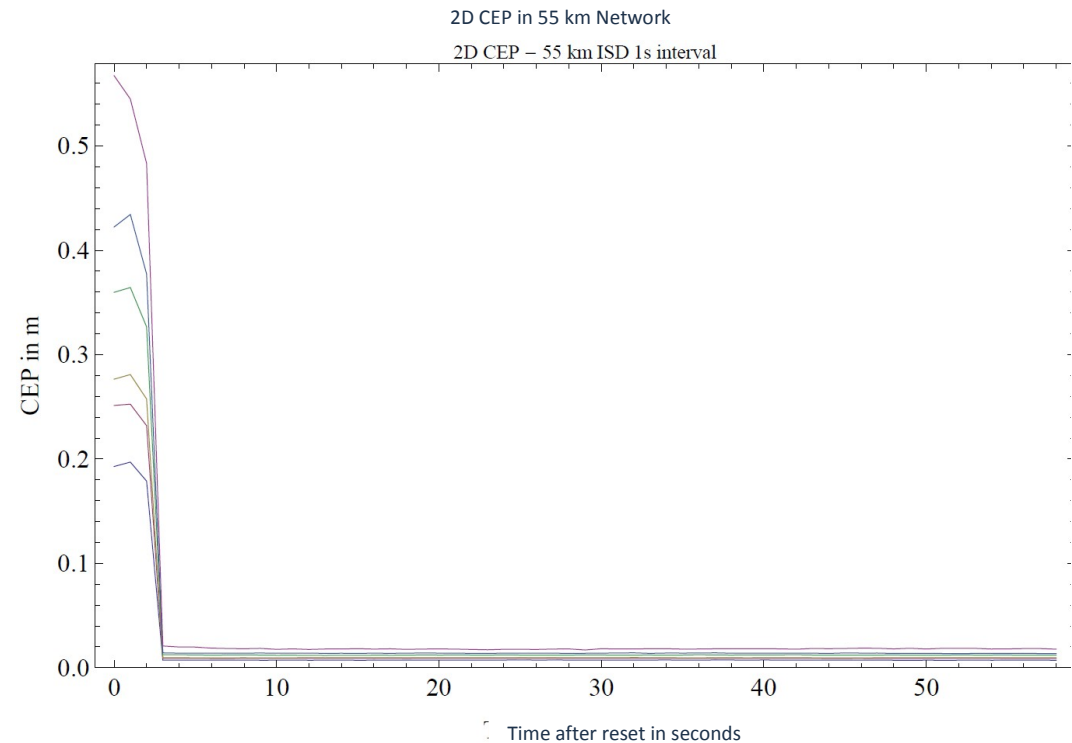
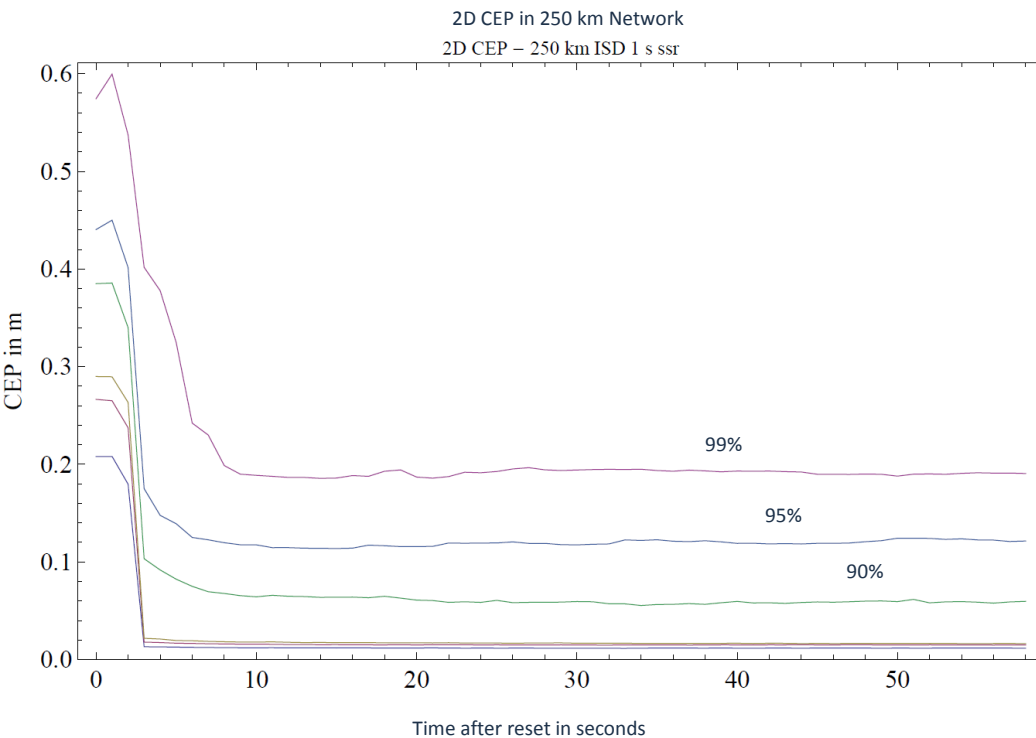
- SSR problemlos **erweiterbar** auf
 - alle GNSS
 - alle Signale
- zusätzliche Signale können **übergangslos** zu bestehenden Diensten hinzugefügt werden
- nicht alle Referenzstationen müssen alle GNSS und alle Signale unterstützen
- derselbe SSR Dienst unterstützt
 - **Massenmarkt** Nutzer mit Einfrequenzgeräten
 - **genaue** multi-GNSS, multi-Frequenz **Positionierung**

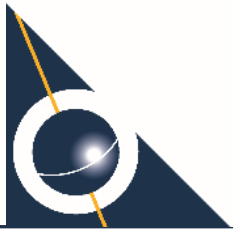


GNSS SSR Dienste – Skalierbare über Netzwerkdichte



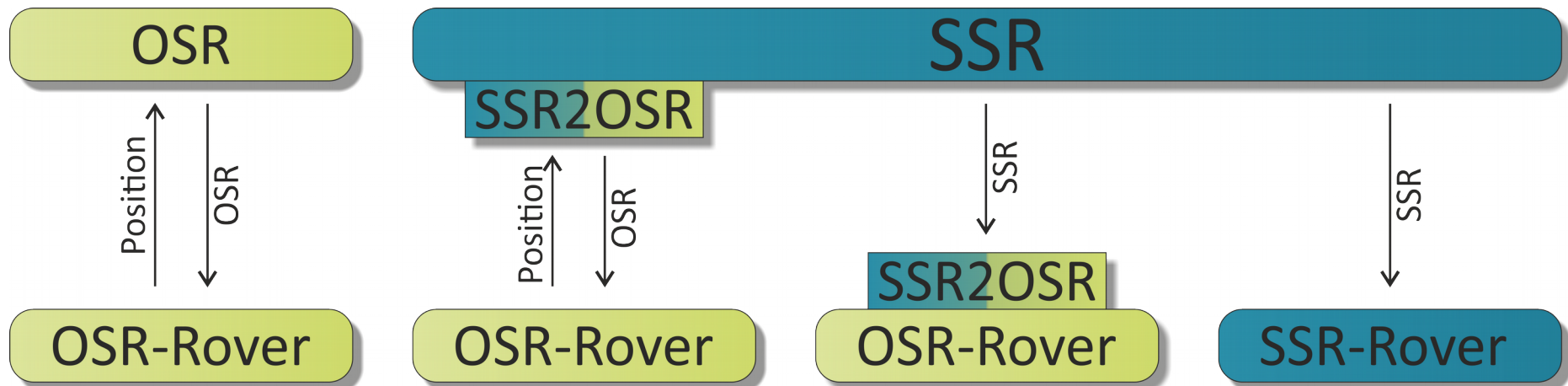
- Netzwerkdichte kann skaliert werden
- Anpassung an unterschiedliche Anforderungen der Positionierung





GNSS SSR Dienste – Abwärtskompatibel

- **SSR2OSR** Konvertierung für bisherige Rover
 - auf Server Seite
 - auf Rover Seite
- **optimale SSR Nutzung**
 - Rover- Algorithmus verarbeitet direkt SSR Korrekturen und begleitende Genauigkeitsinformation
 - erfordert veränderte Rover-Algorithmen





- Einführung in State Space Representation
 - GNSS SSR und OSR Konzept
 - Exkurs zukünftige GNSS SSR Technologie
- NXO-Net und GNSS SSR Komponente
- Zusammenfassung

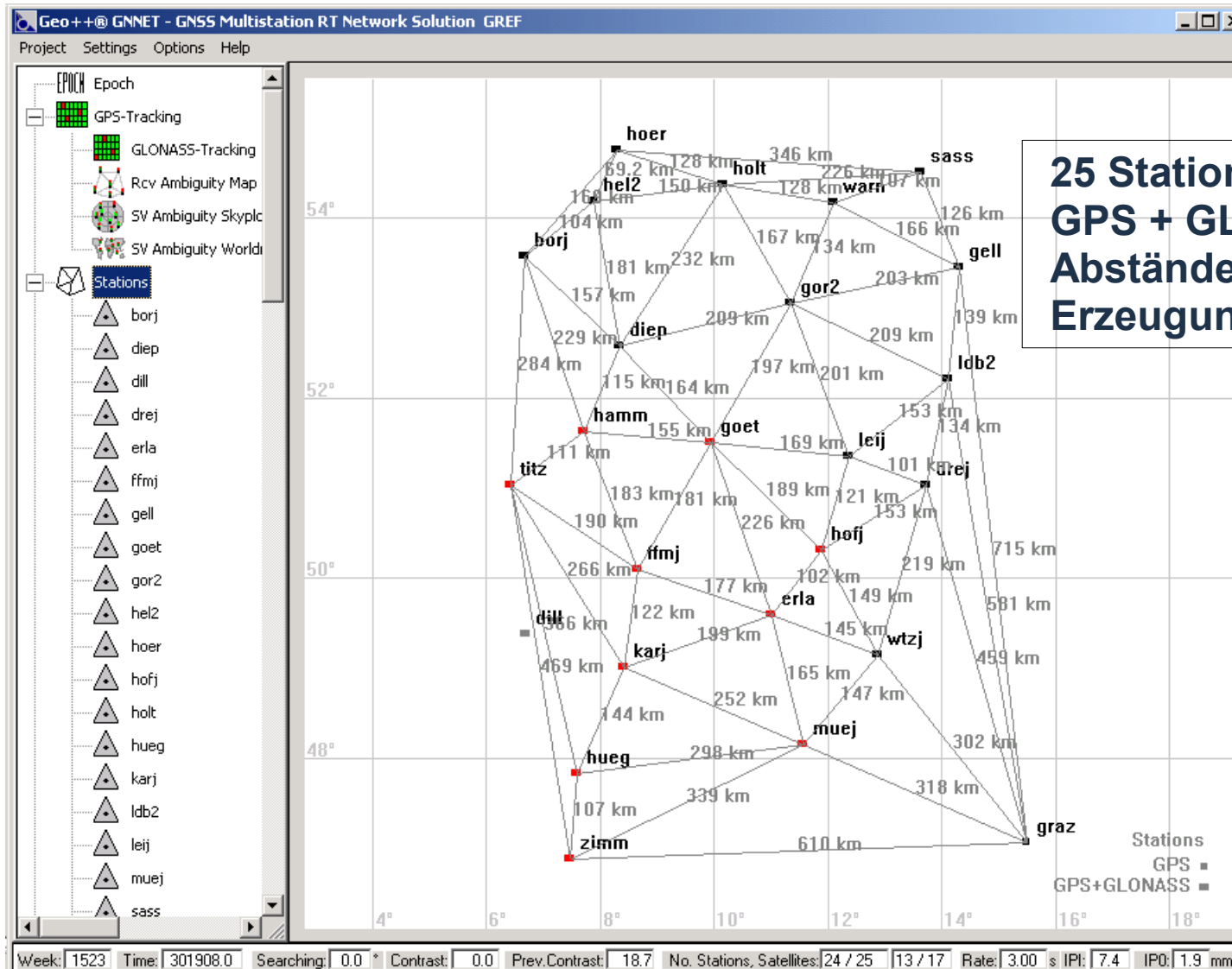
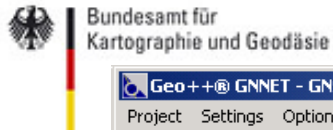
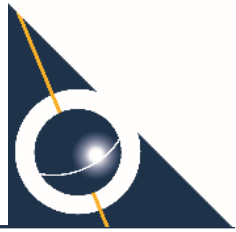


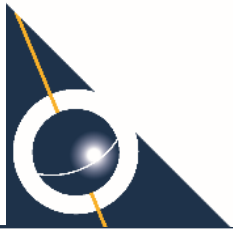
- NXO-Net Server
- wendet zwei unterschiedliche GNSS Auswertekonzepte an
 - PS0/PS1 **Auswertung:**
gemeinsame **GNSS Ausgleichung**
der hoch geladenen RINEX-Daten in Sessionen
 - zusätzliche PS0/PS1 **Analyse:**
GNSS Auswertung der einzelnen RINEX-Daten
basierend auf **SSR-Ansatz**
innerhalb einer deutschlandweiten GNSS Vernetzung



- **DB Netz** betreibt
 - **bundesweite GNSS Vernetzung**
 - Referenzstationen des Integriertes Geodätisches Referenznetz Deutschlands (**GREF**) der Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (**BKG**)
 - primär zur Bereitstellung von **SSR-Daten** im **Post-Prozessing**
- **NXO-Net Client-Server-Architektur**
 - einfache **Integration** einer **SSRPOST Auswertung**
 - zusätzliche PS0/PS1 **Analyse**
 - innerhalb einer deutschlandweiten GNSS Vernetzung

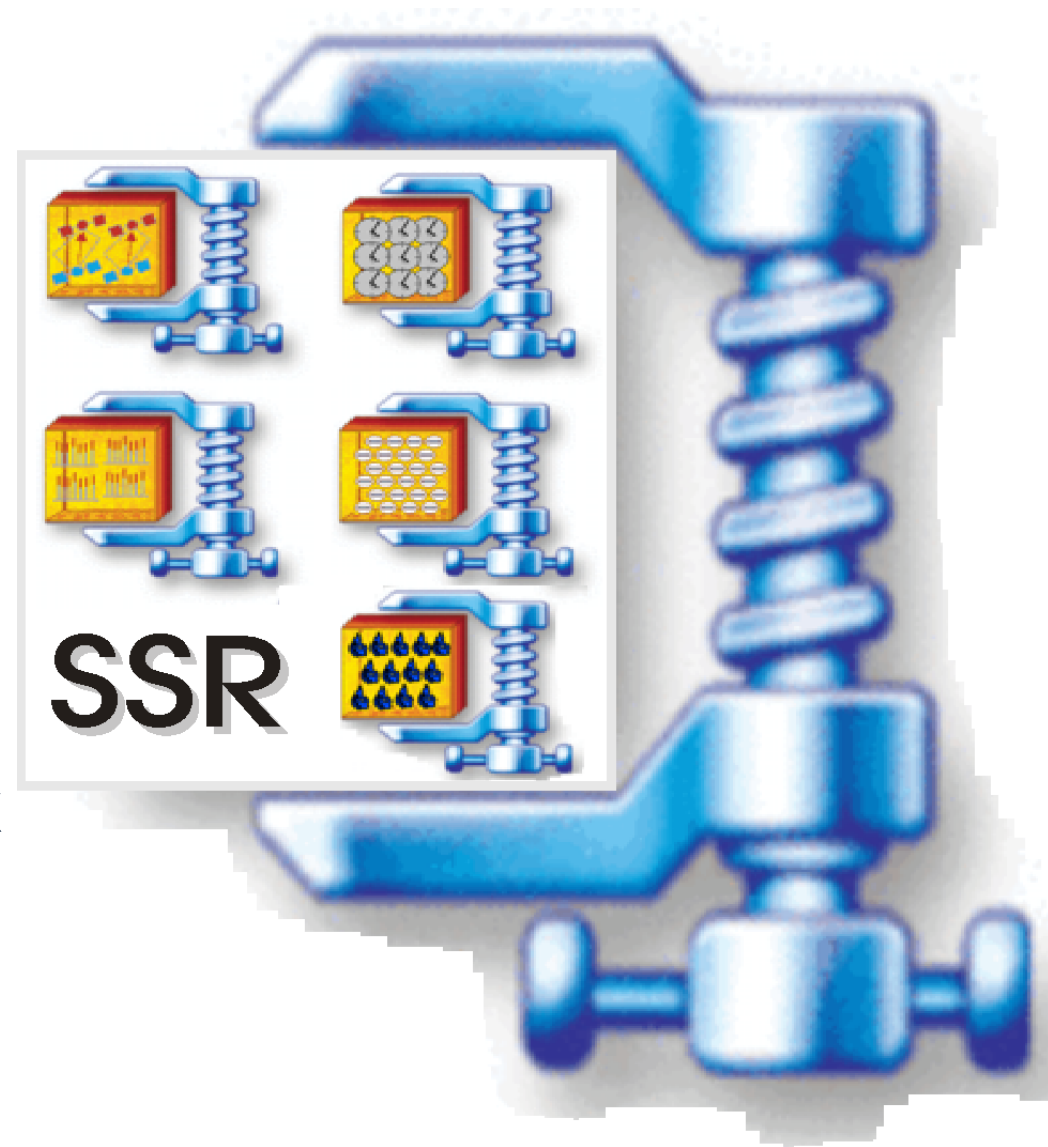
Geo++[®] GNSMART Vernetzung der BKG GREF-Stationen





GNSS SSR Konzept

- **State Space Representation**
- **Beschreibung des GNSS Zustands**
 - Satellitenbahnfehler
 - Satellitenuhrfehler
 - Satellitenabhängige Signalausbreitungseinflüsse (Biases)
 - Atmosphäre
 - ...
- **Positionsbestimmung im PPP-RTK Modus**
 - unabhängig von Referenzstationen
 - homogen im gesamten Gebiet
 - Echtzeit und Post-Prozessing

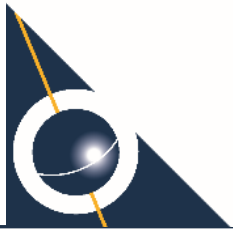


GNSS SSR – State Space Representation

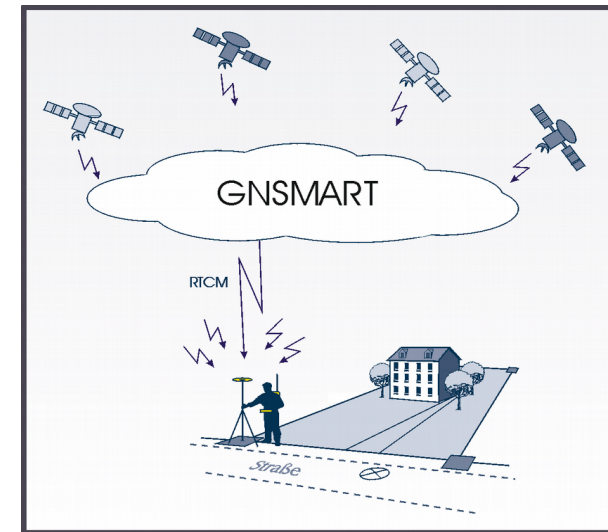


- **State Space Monitoring** mit GNSMART GNNET
- GNSS Zustand (SSR) verfügbar
 - als Datenstrom in **Echtzeit**
 - als Datei für **Post-Prozessing**
- **SSR skalierbar**
 - durch Netzkonfiguration/Geometrie (Referenzstationsdichte, Interpolierbarkeit der GNSS Fehlerkomponenten)
 - durch bereitgestellte Zustandsparameter (z.B. ausschließlich Uhr- und Bahnfehler sowie Biases)
- **SSR liefert**
 - **vollständige Zustandsinformation**
 - **für präzise Positionierung**

GNSS SSR – State Space Representation



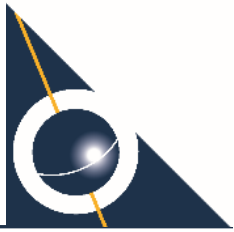
- Voraussetzung
 - kontinuierliche und vollständige **SSR Daten**
- dann sind
 - **GNSS Korrekturdaten** berechenbar
 - für beliebige **Position (überall)**
 - für beliebige **Zeit (jederzeit)**
 - für den räumlichen Bereich des Netzes
 - für den zeitlichen Bereich der SSR Daten
 - für statisch/kinematisch Anwendungen



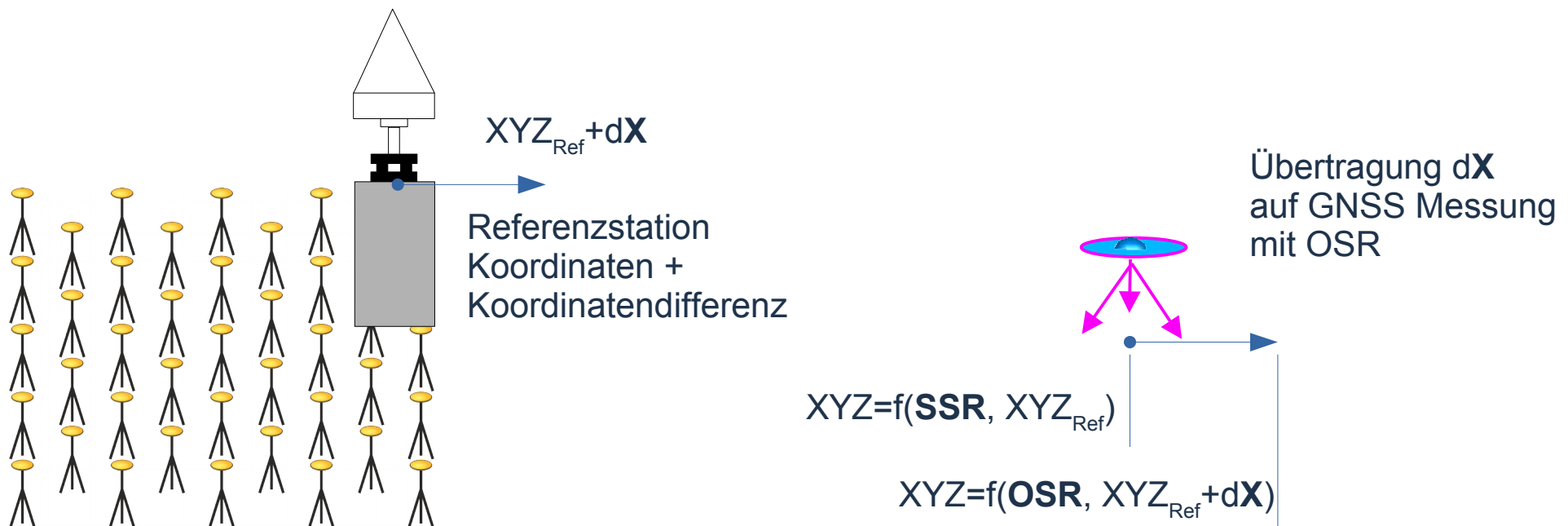


- SSRPOST wird in NXO-Net eingesetzt
- **SSR2OSR** Wandlung
 - Pseudo-Referenzstationsdaten (RINEX Format)
 - GNSS Zwei-Stationsauswertung
 - Genauigkeit abhängig von Netzkonfiguration/Geometrie
- **Besonderheiten** SSR Daten
 - definiert im Koordinatensystem der SSR Bestimmung
 - sind nicht mehr abhängig von Referenzstationen
- erlaubt **unabhängige Analysen** und Kontrollen
 - unabhängig von nachbarschaftlichen Messungen
 - unabhängig von Anschlusskoordinaten

GNSS SSR – Zukünftige Anwendung



- zukünftiges Potential der GNSS SSR Auswertung
(z.Z. nicht in NXO-Net durchgreifend gegeben)
 - Detektion von Punktbewegungen/Koordinatendifferenzen
 - abhängig von Konfiguration
 - abhängig von Netzwerkdichte
 - basierend auf Invarianz von Referenzstationskoordinaten





- Einführung in State Space Representation
 - GNSS SSR und OSR Konzept
 - Exkurs zukünftige GNSS SSR Technologie
- NXO-Net und GNSS SSR Komponente
- Zusammenfassung

Zusammenfassung



- GNSS SSR zunehmend von Bedeutung
- SSR Komponente bei DB Netz verfügbar
- NXO-Net nutzt SSR-Ansatz für Analysen