

Die Zunahme der Anzahl an Sendestationen war natürlich auch durch den gewaltigen Anstieg der Teilnehmerzahlen bedingt. Da jede einzelne GSM-Anlage nur eine bestimmte Zahl an Gesprächen gleichzeitig abwickeln kann und aufgrund der beschränkten Verfügbarkeit an Sendefrequenzen pro Betreiber eine Kapazitätserweiterung der Stationen nur in Grenzen möglich ist, mussten in Bereichen mit hohem Gesprächsaufkommen zusätzliche Stationen errichtet werden, um die Versorgungsfläche je Station zu verringern. Das Netz wurde also verdichtet, obwohl dies aus reinen Abdeckungsüberlegungen vielleicht gar nicht zwingend notwendig gewesen wäre. Folgendes Bild zeigt die Struktur eines GSM900-Netzes im Stadtgebiet von Stuttgart. Deutlich zu sehen ist die Verkleinerung der Zellradien im Stadtkern aufgrund des dort auftretenden hohen Gesprächsaufkommens.

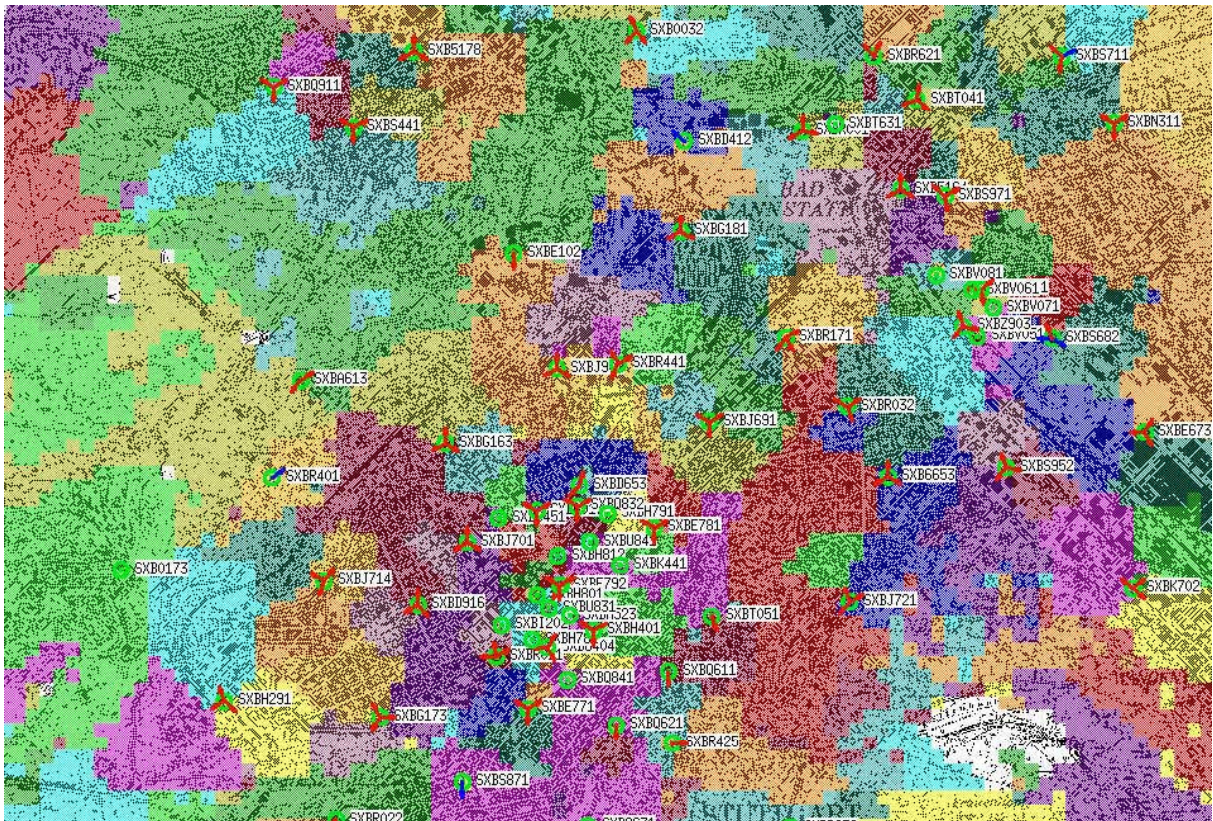


Bild 3.2: Struktur eines GSM-Netzes im Stadtgebiet von Stuttgart (Quelle: Vodafone)

Des weiteren darf man nicht vergessen, dass in Deutschland nicht nur ein, sondern vier Netzbetreiber Mobilfunkdienste anbieten, die, wie bereits erwähnt, aufgrund gesetzlicher und kartellrechtlicher Vorgaben verpflichtet sind, ihre Infrastruktur (bis auf ganz wenige Ausnahmen) unabhängig von einander aufzubauen. Die große Zahl der Senderstandorte kommt also teilweise auch daher, dass vier Netze getrennt von einander errichtet wurden (T-Mobile und Vodafone begannen damit 1991, E-Plus 1994 und O<sub>2</sub> 1998). Allerdings konnte die Zahl der Standorte durch Mehrfachnutzung deutlich reduziert werden. Ähnliche Gegebenheiten findet man auch in allen anderen Industrieländern, die Mobilfunknetze besitzen.

Inzwischen kann man feststellen, dass die GSM-Netze zumindest bei den beiden großen Netzbetreibern nahezu vollständig ausgebaut sind und nur noch sehr wenige neue Statio-

nen, meist an Verkehrsschwerpunkten, errichtet werden. Ein völliges Ende des Aufbaus von neuen Senderstandorten wird es allerdings schon aus einem anderen Grund in absehbarer Zeit wohl nicht geben, denn nun beginnt die Phase, in der bestehende Mietverträge auslaufen und manche nicht mehr verlängert werden. In diesen Fällen werden die Betreiber natürlich veranlasst, in der Nähe des bisherigen Standortes Ersatz zu suchen, um dann dort die Sendeanlage neu zu errichten.

Auch konnte man in den letzten Jahren beobachten, dass die Firma E-Plus deutschlandweit die Zahl ihrer GSM-Standorte nochmals deutlich ausgeweitet hat, da bei diesem Betreiber offensichtlich die Bestrebung besteht, in Bezug auf den GSM-Mobilfunk eine vergleichbare Netzabdeckung und Versorgungsqualität anbieten zu können, wie es bei den beiden „großen“ Anbietern T-Mobile und Vodafone der Fall ist. Da offensichtlich ein langfristiger Erfolg auf dem Mobilfunkmarkt derzeit nur bei Verfügbarkeit eines qualitativ hochwertigen GSM-Netzes sicherzustellen ist, hat auch der zweite „kleine“ Netzbetreiber (O<sub>2</sub>) den GSM-Ausbau nochmals forciert, zumal das derzeit praktizierte „Roaming“ mit T-Mobile (O<sub>2</sub> nutzt in den Regionen, in denen keine eigenen Stationen vorhanden sind, die Anlagen von T-Mobile) aus wettbewerbsrechtlicher Sicht vermutlich nicht dauerhaft von der Regulierungsbehörde zugelassen wird. Somit muss auch in den nächsten Jahren noch mit einigen weiteren Neuerichtungen von GSM-Stationen in Deutschland gerechnet werden, wenn auch in weitaus geringerer Zahl, als es vor einigen Jahren der Fall war.

### **3.2.3 Besonderheiten der Netzkonzeption bei UMTS**

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) ist, als technologischer Nachfolger der im Moment eingesetzten GSM-Technik, ein System zur mobilen Telekommunikation, das erstmals die effektive Integration vieler unterschiedlicher Dienste (Daten, Sprache, Internet, Video, Audio etc.) ermöglicht. Mit UMTS ist natürlich auch die Übertragung „einfacher“ Telefongespräche möglich, zu diesem Zweck wurde es allerdings nicht entwickelt, denn für derartige Aufgaben steht ja mit GSM bereits ein ausreichend leistungsfähiges Mobilfunksystem zur Verfügung. Durch UMTS wird erstmals die schnelle drahtlose Übertragung großer Datenmengen flächendeckend realisiert, was eben die oben genannten neuen Applikationsfelder im Mobilfunk ermöglicht.

Die Fähigkeit zur hochratigen Datenübertragung macht es aber auch notwendig, dass das Funknetz sehr sorgfältig geplant wird. Besondere Effekte und Verfahren, die bei GSM unbekannt sind (z.B. Zellatmung, Soft-Handover, Gleichwellennetz), haben erheblichen Einfluss auf die entstehende Versorgungsqualität. Manche Antennenstandorte, die für GSM gut geeignet sind, können für UMTS nicht verwendet werden. Beispielsweise dürfen UMTS-Standorte nicht zu hoch über die umgebende Bebauung herausragen, da sich sonst sehr starke Störungen in den Nachbarzellen ergeben können. Exponierte Hochhäuser in Großstädten oder hohe Masten auf Bergen, die gerne als GSM-Standorte genutzt wurden, sind für UMTS meist tabu.

Die folgenden beiden Bilder sollen den bei UMTS besonders unangenehmen Effekt der „Zellatmung“ verdeutlichen. Dargestellt wird die UMTS-Versorgung von Neutraubling, einer Kleinstadt in der Nähe von Regensburg in Bayern. Bild 3.3 zeigt zunächst das Versorgungs-

gebiet. Es handelt sich hierbei um eine Region mit flachem Geländeverlauf ohne nennenswerte Höhenunterschiede.

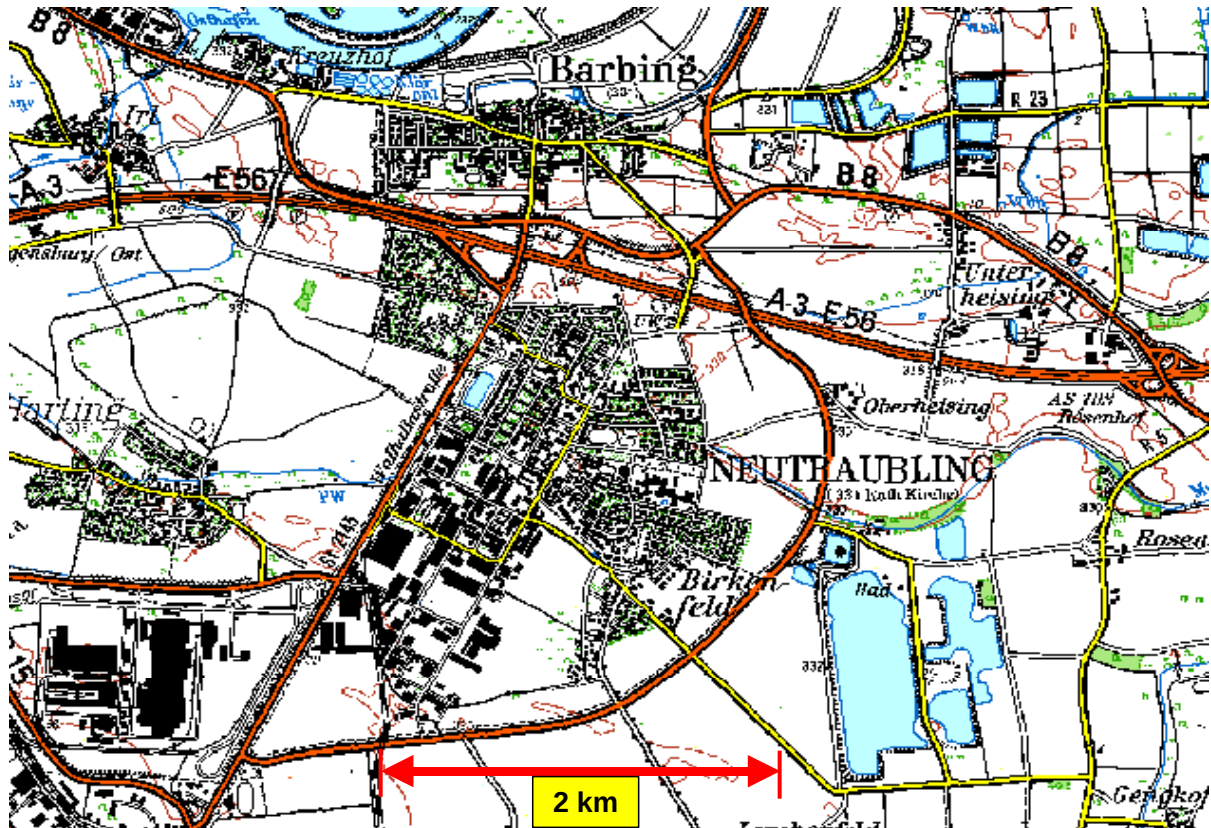


Bild 3.3: Betrachtetes UMTS-Versorgungsgebiet "Neutraubling"

Im Gegensatz zum GSM-Mobilfunk, bei dem die Größe des Versorgungsbereiches einer Funkzelle nicht von der momentan vorliegenden Auslastung bzw. der maximalen Übertragungsgeschwindigkeit abhängt, schwankt der Zellradius bei UMTS mit der Auslastung der Station und der Datenübertragungsrate. Ursache für diesen Effekt ist die Tatsache, dass bei UMTS alle Teilnehmer auf der gleichen Frequenz senden. Dadurch stellt jede Funkverbindung für alle anderen Verbindungen eine Störquelle dar. Bei geringem Verkehr, bzw. niedriger Datenübertragungsrate ist also die Gesamtstörleistung bzw. die Empfindlichkeit der Übertragung gegenüber Störungen gering. Damit können auch weiter entfernte Telefone noch Verbindung mit der Basisstation halten, während diese Verbindung bei größer werdender Auslastung bzw. Datenrate nicht mehr möglich ist. Die Versorgungsfläche der Zelle schrumpft also mit steigender Verkehrslast. Dieser Prozess wird als „Zellatmung“ („Cell-Breathing“) bezeichnet. In Bild 3.4 ist zunächst die Abdeckung bei kleiner Datenrate (144 kbit/s) dargestellt, während Bild 3.5 die Versorgungsqualität bei größerer Datenrate (384 kbit/s) darstellt. Deutlich ist die Verschlechterung der Abdeckung aufgrund der Zellatmung zu erkennen.

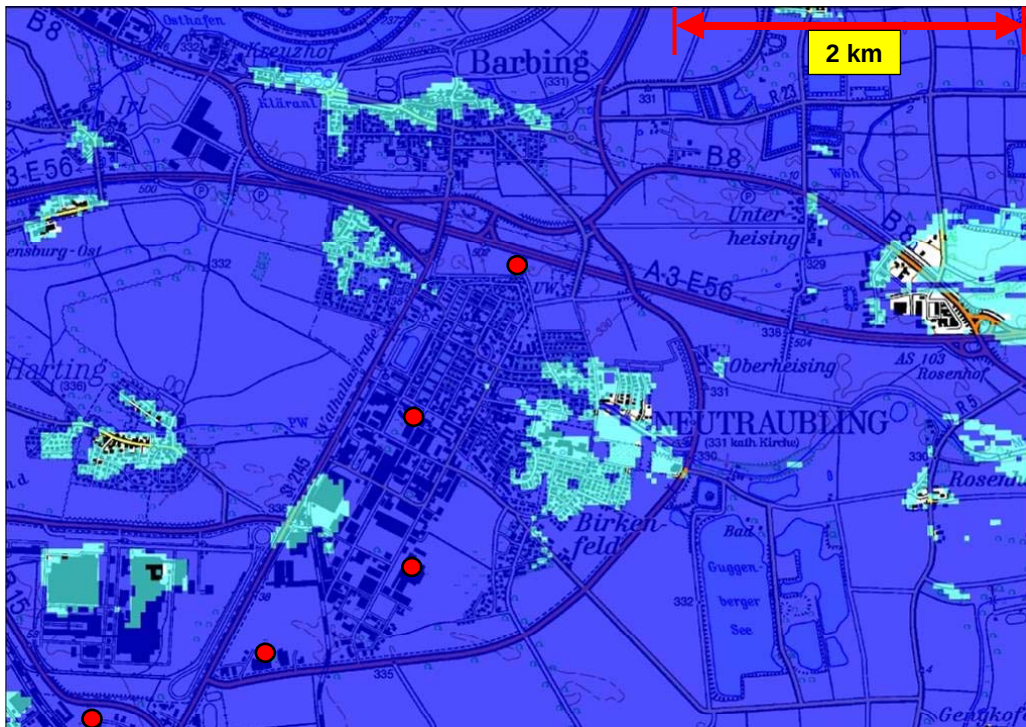


Bild 3.4: Netzabdeckung bei 144 kbit/s (Dunkelblau: Datenrate im Up- und Downlink sichergestellt; Hellblau: Datenrate nur im Downlink sichergestellt; Weiß: Datenrate weder im Up-, noch im Downlink sichergestellt; Rot: Senderstandorte).

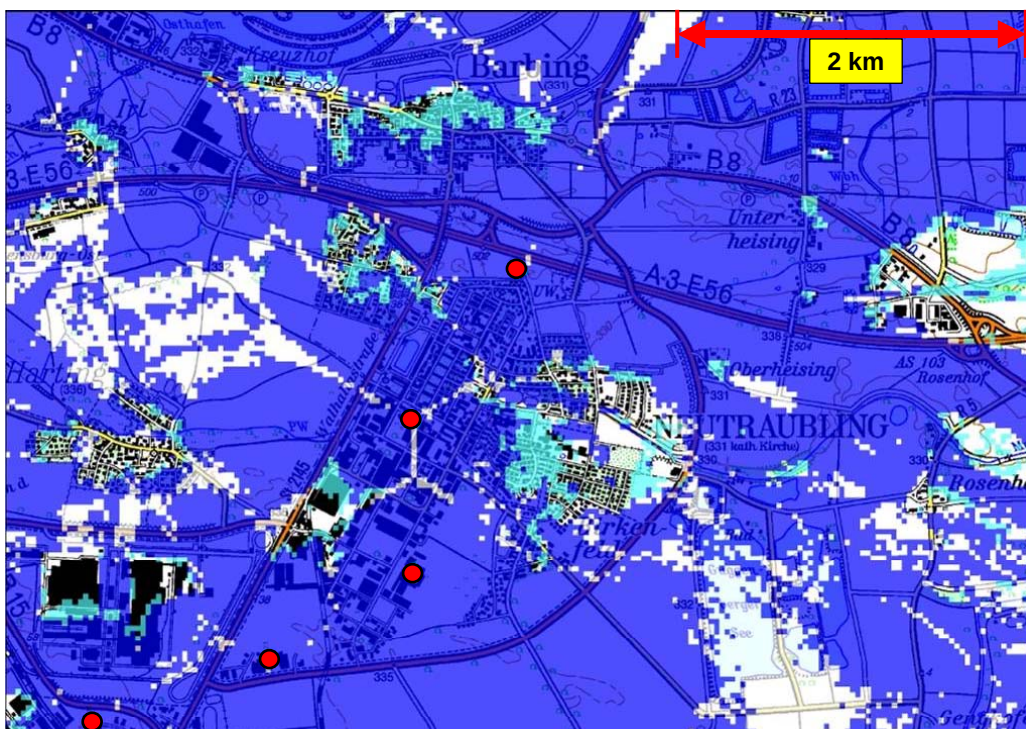


Bild 3.5: Netzabdeckung bei 384 kbit/s (Dunkelblau: Datenrate im Up- und Downlink sichergestellt; Hellblau: Datenrate nur im Downlink sichergestellt; Weiß: Datenrate weder im Up-, noch im Downlink sichergestellt; Rot: Senderstandorte).