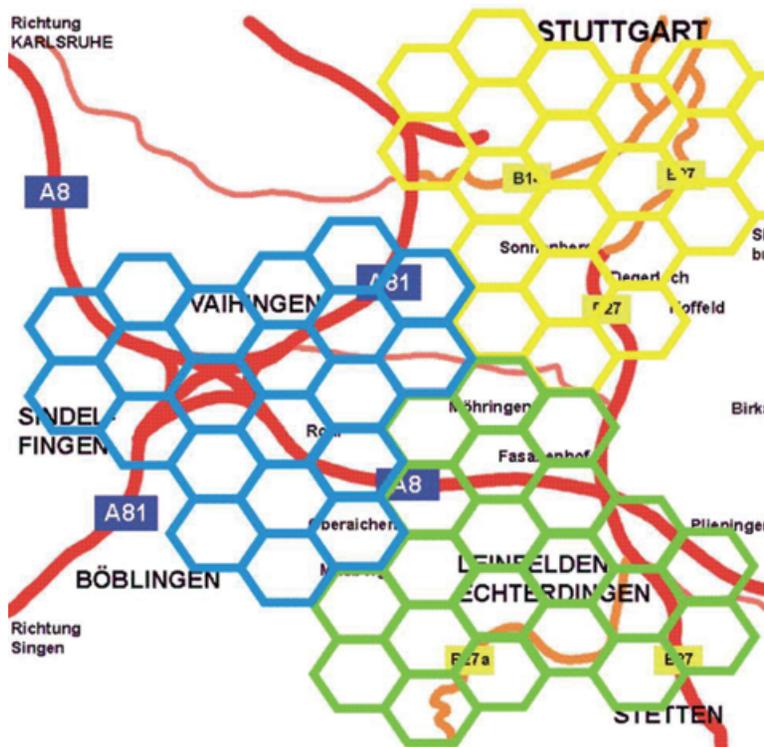


Schnell und sicher reagieren

GSM-Ortung:
Das Bild zeigt
Abdeckungsbereich
e von GSM-Zellen,
die einer Landkarte
überlagert wurden.



Der Einsatz und die technische Unterstützung von Dienstleistungen in der Transport-Logistik durch moderne Nachrichtentechnik ist nicht mehr wegzudenken. Logistikeinheiten nutzen die Informations- und Kommunikationstechnik, um etwa auf Ereignisse im Verkehr schnell und sicher reagieren zu können.

KYANDOGHERE KYAMAKYA, ALEXANDER POPOVIC,
BERNHARD LAMPRECHT UND MOHAMED KHALAF-ALLAH

Die Verwendung des weltweit verbreiteten mobilen Kommunikationssystems GSM als Ortungs- und Positionierungssystem ist allgemein geschätzt. Als

Prof. Dr. Kyandoghere Kyamakya, Alexander Popovic und Bernhard Lamprecht lehren an der Alpen-Adria Universität Klagenfurt, Forschungsgruppe Verkehrsinformatik. Mohamed Khalaf-Allah lehrt am Institut für Kommunikationstechnik der Universität Hannover.

größter Vorteil gegenüber GPS weist die GSM-Ortung eine bessere Verfügbarkeit in Großstädten, in Gebäuden und auf abgedeckten Plätzen auf. Weitere Vorteile sind die größere Verbreitung und die geringeren Endgerätekosten. Ein Nachteil ist die Kostenpflichtigkeit, außerdem wurde GSM hauptsächlich zur mobilen Telefonie entwickelt. Die Ortungsmöglichkeit ist demnach eher als Nebenprodukt zu betrachten.

Anwendungen mit mäßigen Anforderungen an Genauigkeit und Update-Rate, speziell im Bereich der Transport-Logistik, können mit der Ortung durch GSM sehr gut auskommen. Durch die nahe liegende leichte Integration von Ortung und Kommunikation bei der GSM-Ortung fallen die Beobachtung und Koordination des Logistikverkehrs leichter und sind zudem zuverlässiger durchführbar. Der Aufwand zur Koordination der Transporte kann dadurch erheblich minimiert werden. In der Verkehrsplanung und im Verkehrsmanagement werden Informationen zu Position und Fahrtrichtung von Verkehrsteilnehmern benötigt. Da GSM-Endgeräte eine größere Verbreitung und geringere Endgerätekosten gegenüber GPS aufweisen, basieren neue Telematik-Dienste zunehmend auf GSM.

Genauere Lagebestimmung durch mehrere Bezugspunkte

Die Grundlage für eine erfolgreiche Ortung sind Referenzen, also bekannte Bezugspunkte. Diese können entweder Naturgegebenheiten sein, oder sie werden künstlich erschaffen. Die Referenzen dienen dann als Ausgangspunkt für die Lagebestimmung. In den meisten Ortungssystemen werden mehrere Referenzen benötigt, um eine genaue Lagebestimmung durchführen zu können. Die Gewinnung der Ortungsinformation lässt sich über zwei verschiedene Methoden realisieren:

- ▶ zum einen die Ortung mithilfe von Wellen und
- ▶ zum anderen mithilfe der so genannten Inertialortung.

Bei beiden Methoden ist gleich, dass durch das Messen einer proportionalen physikalischen Größe, eine

Aussage über eine Entfernung gemacht werden kann.

Zur Ortung von Mobilstationen in GSM-Mobilfunknetzen existiert eine Vielzahl von Verfahren:

► **Cell-ID-Ortung:** Die Mobilfunkzelle, in der sich die Mobilstation gegenwärtig aufhält, wird durch das GSM-Netzwerk bestimmt. Die Koordinaten der Zellsbasisstation oder eine charakteristische Koordinate der Zelle werden als die geographischen Koordinaten (Position) der Mobilstation zurück- beziehungsweise angegeben.

► **Ortung mittels Signalstärkemessungen:** Aus den empfangenen Signalstärken lässt sich, ähnlich der Laufzeit, über experimentell kalibrierte Näherungsfunktionen auf die Entfernung zu einem Sender schließen.

► **Ortung mit Signallaufzeitmessungen:** Aus der Laufzeit lässt sich über einen einfachen mathematischen Zusammenhang auf die zurückgelegte Entfernung schließen.

► **Ortung mit Signaleinfallwinkelmessungen:** Die Signaleinfallwinkel und -richtungen werden an zwei benachbarten Basisstationen erfasst.

► **Assisted GPS (A-GPS) und dessen Erweiterung:** Nicht zuletzt wegen der globalen Verfügbarkeit der satellitenbasierten Ortungssysteme hat man an die Integration des aus der GPS-Welt bekannten DGPS-(Differential GPS-)Ansatzes in das Mobilfunknetz gedacht. Die Mobilstation muss hierbei einen GPS-Empfänger oder -Chip integrieren, und die GSM-Basisstationen werden zu sogenannten Referenzstationen ausgeweitet. Weil diese Integration ins Mobilfunknetz an sich die schlechte Verfügbarkeit der GPS-Signale in Gebäuden und in bestimmten Stadtgebieten nicht löst, geht man einen hybriden Weg, welcher diese A-GPS-Ortung mit den erstgenannten reinen GSM-Ansätzen – Cell ID Ortung und Signalstärkebasierte Ortung – kombiniert.

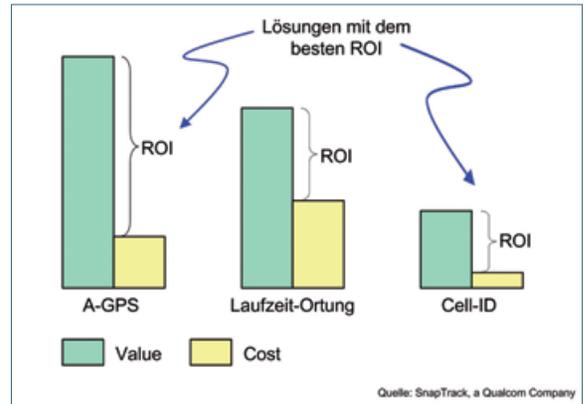
Diese Technik ist für den Massenmarkt noch nicht reif, kommt aber schon für einige Premiumdienste in Frage: Gefahrenguttransporte, Systeme zur Ortung oder Verfolgung

von gestohlenen, teuren Autos, Verfolgung von Geldtransporten.

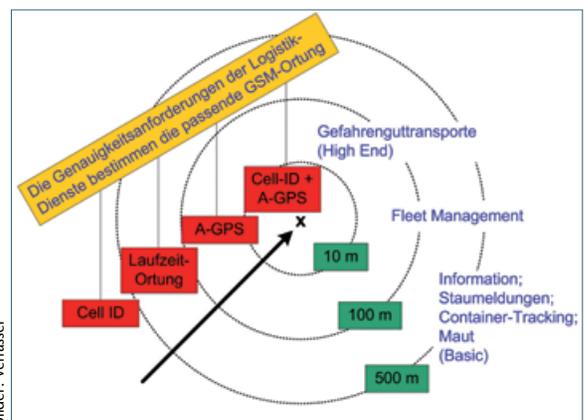
Die ungenauesten aller Verfahren sind die Cell-ID- und die auf Signalstärkemessungen basierende Ortung, weil die Ortungsgenauigkeit von Größe und Form der Zellen abhängt. Eine bessere Methode stellt dagegen die Ortung durch Signallaufzeitmessungen dar. Die Hauptursache auftretender Messfehler sind hierbei Mehrwegausbreitungen, die nur durch aufwendige Analyse empfangener Signale reduziert werden können. Neben den Effekten der Mehrwegausbreitung sind für die Genauigkeit der Signaleinfallwinkel-messungsverfahren weitere Faktoren relevant. Die Winkelempfindlichkeit der eingesetzten Empfangsantennen und die Entfernung zwischen Mobilstation und Basisstationen spielen dabei eine erhebliche Rolle. In Gebieten mit hoher Dichte an Basisstationen ist eine bessere Ortungsgenauigkeit zu erwarten als in Gebieten mit geringer Dichte. Der wesentliche Genauigkeitsfaktor für Datenbankkorrelationsmethoden besteht in der Art der Erstellung von Referenzdaten. Eine bessere Ortungsgenauigkeit erreicht man mit Referenzdaten, die auf Basis von realen Messungen erstellt wurden (dies ist mit hohem Erstellungsaufwand verbunden). Falls man den mit realen Messungen verbundenen Aufwand nicht leisten kann, greift man auf Formeln und Funkausbreitungsvorhersagemodelle zurück, welche sich dennoch laut Untersuchungen in einer niedrigeren Genauigkeit niederschlagen.

Beachtliche Synergie durch GSM- und GPS-Ortung

Zum Schluss ist die sehr gute und beachtliche Synergie zwischen der GSM- und der GPS-Ortung besonders hervorzuheben. Die oben beschriebene „Hybride A-GPS“-Ortung demonstriert zur Genüge, dass diese beiden Technologien sich optimal ergänzen: nicht nur im Erreichen einer besseren und zuverlässigeren Ortung, sondern auch in der Integration von Ortung und Kommunikationsmöglichkeit. Nutznie-



Abschätzung des ROI (Return On Investment) für die wichtigsten GSM-Ortungsansätze.



Konkrete Logistik-Anwendungsbeispiele und Genauigkeitsanforderungen.

ßer sind die vielen Nutzer ortsabhängiger Dienste, darunter auch die Logistikoperatoren. Auch in wirtschaftlicher Hinsicht haben Cell-ID (zuzüglich Signalstärkemessungen) und A-GPS die besseren Marktchancen (Bild oben). Das darunter stehende Bild stellt Genauigkeitsanforderungen einiger Beispielanwendungen den jeweils passenden Ortungsansätzen gegenüber. ■

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kyandoghere Kyamakya ist Leiter der Forschungsgruppe Verkehrsinformatik (Group of Computer Science in Transportation Informatics) an der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, A-9020 Klagenfurt, Tel. (+43-4 63) 27 00-35 40, kyamakya@isys.uni-klu.ac.at