



geoinformation.net

Projektpartner: Westfälische Wilhelms-
Universität Münster -
Institut für Geoinformatik
Datum: 03.02.2003

Lerneinheit 6: „Location Based Services“

Einleitung

Erst kam der Hype, dann der Fall, jetzt werden sie langsam Realität. Ende der 90er Jahre konnte man überall lesen „Location Based Services, the next killer app for the web!“. Anfang 2000 hörte es sich dann anders an: „Wireless Web: Down for the Count?“. Während ortsbezogene Dienste, so der selten verwendete deutsche Name, mittlerweile im realen Eintageseinsatz sind, kommen neue Forschungsrichtungen auf: die Zukunft soll *sentient* und *ubiquitous computing* heißen. Was verbirgt sich dahinter?

„Location Based Services“, kurz LBS, sind Dienste, die auf den jeweiligen Aufenthaltsort des Nutzers zugeschnitten sind. Die Lokalisierung erfolgt dabei automatisch. In diesem Kapitel interessiert uns, welche Arten von LBS es gibt, wie man als Anbieter eines LBS an die wichtigen Positionsdaten herankommt, welche APIs und Protokolle und genutzt werden können, welche Entwicklungen es im Bereich der internationalen Standardisierung gibt usw. Kurz, es geht nicht darum, möglichst interessante bunt schillernde Services aufzuzeigen, sondern die Einsatzbereiche zu diskutieren und die Techniken zu erklären, die dahinter stecken.

Sentient computing beschäftigt sich mit der Anwender/Rechner Kommunikation. Diese erfolgt nicht mehr wie gewohnt über die Tastatur. Der Rechner reagiert „eigenständig“ auf das Verhalten des Anwenders: Registriert der Rechner, dass man morgens aufsteht, geht in der Küche die Kaffeemaschine an...

Ubiquitous computing ist eines jeder Schlagwörter, oder buzzwords, wie man sie neuerdings zu nennen pflegt, die nach Meinung von IT-Experten unsere Zukunft entscheidend prägen werden. „Ubiquitous“, Englisch für allgegenwärtig, beschreibt, dass - begünstigt durch die immer weiter vorangetriebene Miniaturisierung von IT-Komponenten - Computer in allen Lagen unseres Alltagslebens präsent sein werden: Einmal, um möglichst viele Informationen über unsere Umgebung zu erfassen, andererseits um uns viele Arbeitsabläufe abzunehmen oder zu vereinfachen.

Inhalt

Lerneinheit 6: „Location Based Services“	1
Location Based Services - LBS	3
LBS Kategorien	4
Zugriff auf die Nutzersposition	5
APIs und Protokolle	5
OpenLS - Open Location Services (OGC)	7
Location Interoperability Forum - LIF	8
WAP Location Framework	12
Digitale Modelle	14
Sentient Computing	15
Ubiquitous Computing	15
Ubiquitous Computing - eine technische Entwicklung	15
Literatur	22

Location Based Services - LBS

Location Based Services, ortsabhängige Dienste, nutzen die Position des Nutzers zur Optimierung ihres Serviceangebots. Die Menge der offerierten und somit auch zu übertragenden Informationen werden durch die Fokussierung auf orts- und kontextrelevante Daten reduziert.



Abbildung 1: Ortsbezogene Dienste (Eberspächer 2003)

Auch Objekte selbst können ihren Ort erkennen: Smart Objects.



Abbildung 2: Smart Object (Eberspächer 2003)

Der Ort selbst ist dabei nur eine Facette des so genannten Kontextes. Die Einbeziehung der Situation (Kontext) ermöglicht ein weiteres Zuschneiden auf der angebotenen Informationen, abhängig von Ort/Position, Bewegungsgeschwindigkeit, Fahrzeugart, Uhr/Jahreszeit, Wetter, Klima, Urlaub/Business, Stimmung/Persönlichkeit, Begleiter, Tätigkeit, Umgebung (Museum), etc. Die sich dabei stellende Herausforderung: Wie ermittelt man den Kontext? Wie stellt man die Stimmung fest?

Ortsbezogene Dienste erfordern das Zusammenwirken vieler Mitspieler, wie Endgeräte, Inhalte, Kunde, Transportmedium etc. Ein hohes Maß an Interoperabilität lässt sich mittels offener Schnittstellen und Standards erreichen, weswegen diesen ein Großteil dieses Kapitels gewidmet sein soll.

LBS Kategorien

Bevor wir uns der Technik zuwenden, wollen wir kurz die möglichen Einsatzbereiche für LBS kategorisieren. Je nach Anwendungstyp unterscheidet man:

- **Information Services:** Information Services machen Gebrauch von Informationsdatenbanken, die für die jeweilige Position gefilterte Informationen ausgeben, wie beispielsweise „Gelbe Seiten“ oder Event-Dienste („Was ist heute Abend in der Stadt nahe meines Hotels los?“).
- **Tracing Services:** Tracing Dienste verfolgen mobile Geräte und können neben der aktuellen Position auch den Routenverlauf darstellen. Sie kommen beispielsweise bei der Flottenüberwachung im Logistikbereich zum Einsatz.
- **Resource Management Services:** Resource Management Dienste ähneln vom Typ her den Tracing Diensten: Sie dienen dazu, den Überblick über mobile Ressourcen zu behalten. Beispiele finden sich etwa im Bereich der Frachtlogistik.
- **Navigation Services:** Die Navigationsdienste sind sicherlich die bekanntesten LBS. Sie informieren den Nutzer, wie er von einem Ort A zu seinem Zielort B kommt.
- **Emergency Services:** Insbesondere nach der Verabschiedung der so genannten 911-Konvention in den USA sind die Emergency Services bekannt geworden. Danach muss jedes Mobiltelefon, das einen Notruf absendet, innerhalb eines bestimmten Radius lokalisiert werden können.
- **Advertising Services:** Advertising Services stellen eine neue Kategorie der Services in sofern da, als dass sie einerseits als personengebundene Services existieren, oder aber mobile Anzeigemöglichkeiten zu Werbezwecken nutzen, die online mit neuen Daten versorgt werden können. Solche mobilen Werbetafeln kennt man beispielsweise von Taxidächern, die einen neben den neuesten Sportergebnissen auch mit Werbung versorgen.
- **Billing Services:** Billing Services sind bislang noch nicht weit verbreitet. Man versteht darunter die orts- und personengebundene Abrechnung von Diensten, etwa die automatische Abbuchung eines bestimmten Betrages bei Besteigen einer U-Bahn.

Die vorgenommene Kategorisierung weist mit Sicherheit Überschneidungen der einzelnen Bereiche auf. Eine von der Firma experteam im Jahre 2002 durchgeführte Onlinebefragung zeigte eine ganz klar verkehrsorientierte Gewichtung von LBS-Relevanz. Danach waren mit 90% der Befragten die meisten der Meinung, dass Stauinformationen zu den wichtigsten LBS gehören, während die Suche nach Restaurants (das typische LBS Beispiel) oder Freunden mit 55% resp. 36%.

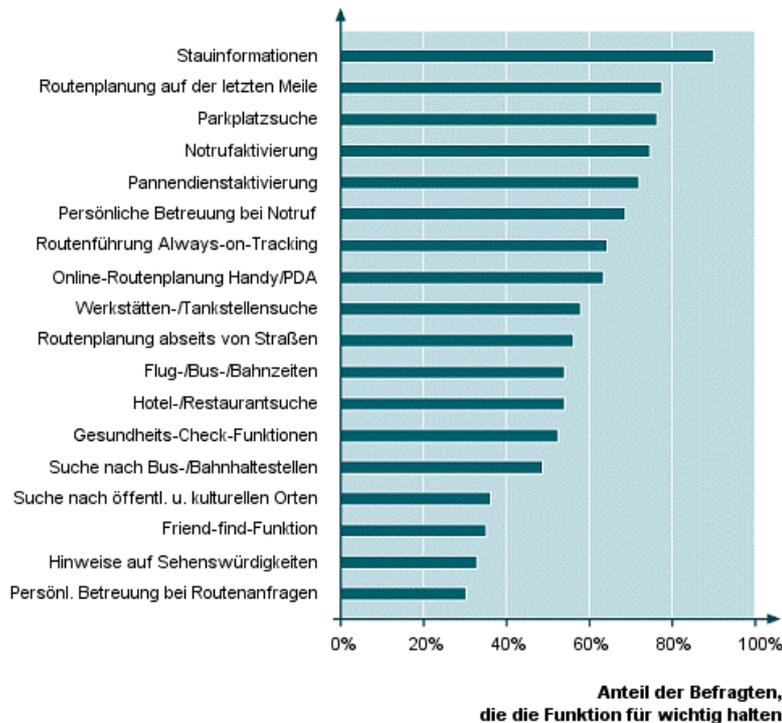


Abbildung 3: Online-Umfrage (experteam 2002)

Zugriff auf die Nutzersposition

Zur Ermittlung des Nutzerstandortes kommen die in Kapitel drei erläuterten Verfahren zur Anwendung. Da Anbieter von Location Based Services in der Regel nicht direkt zum Telekommunikationsanbieter gehören, dieser folglich auch kein Interesse hat, ihnen direkten Zugang zum Mobiltelefonsystem zu gewähren, stellt er nach außen hin so genannte MPC oder GMLC zur Verfügung - *Mobile Positioning Center* oder *Gateway Mobile Location Center*. Diese dienen als Schnittstelle zwischen dem eigentlichen Telekommunikationssystem mit inhärenter Positionsbestimmung, und an der Position interessierter Fremdsysteme, den *Location Service Clients* (LCS). MPC und GMLC sind in ihrer Funktion identisch. Der Typ bezieht sich auf das spezifische Telefonsystem.

APIs und Protokolle

Der MPC stellt die Schnittstelle zum Telefonsystem dar. Nur, wie stelle ich eine Anfrage an einen MPC? Das Problem dabei ist, dass es keine standardisierte Schnittstelle gibt, sondern jeder Anbieter sein eigenes Protokoll entwickelt hat. Ericsson beispielsweise nennt es MPP - Mobile Positioning Protocol. Es nutzt HTTP zum Transport von Anfrage und Antwort, wobei diese in XML codiert sind.

Die Tatsache, dass ich meine Anfragen für jeden Telefonsystemanbieter individuell formulieren muss (und natürlich auch jedes Mal individuelle Antworten erhalte), treibt die Kosten für Entwicklung und Betrieb eines solchen Systems gewaltig in die Höhe. Wünschenswert wäre es, wenn es standardisierte Zugriffsmechanismen und Antworten gäbe, die man automatisch weiterverarbeiten könnte. Genau dieser Problematik widmen sich verschiedene Organisationen:

LIF, The Parlay Group, OGC, WAP, etc. Ihr Ziel ist es, eine API zu entwickeln, die den standardisierten Zugriff auf Positionsparameter erlaubt¹. Auch die großen bekannten Standardisierungsorganisationen wie das World Wide Web Consortium (W3C <http://www.w3c.org>) oder die Internet Engineering Task Force (IETF, <http://www.ietf.org>) haben Gruppen, die sich mit „location“ und „geo-spatial“ auseinandersetzen.

Als treibende Kräfte der location interoperability haben sich im Wesentlichen zwei Organisationen (die teilweise auch Mitglied in neuen Superorganisationen sind) herauskristallisiert: LIF, das Location Interoperability Forum, und OGC, das OpenGIS Consortium. Beide Organisationen bemühen sich kooperativ, bestehende eigene und fremde Standards weiterzuentwickeln und in einem Set von zusammenhängenden „wireless location interoperability“ Standards zu verschmelzen. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick, welche Standards bei den Entwicklungen im Rahmen von OpenLS berücksichtigt wurden.

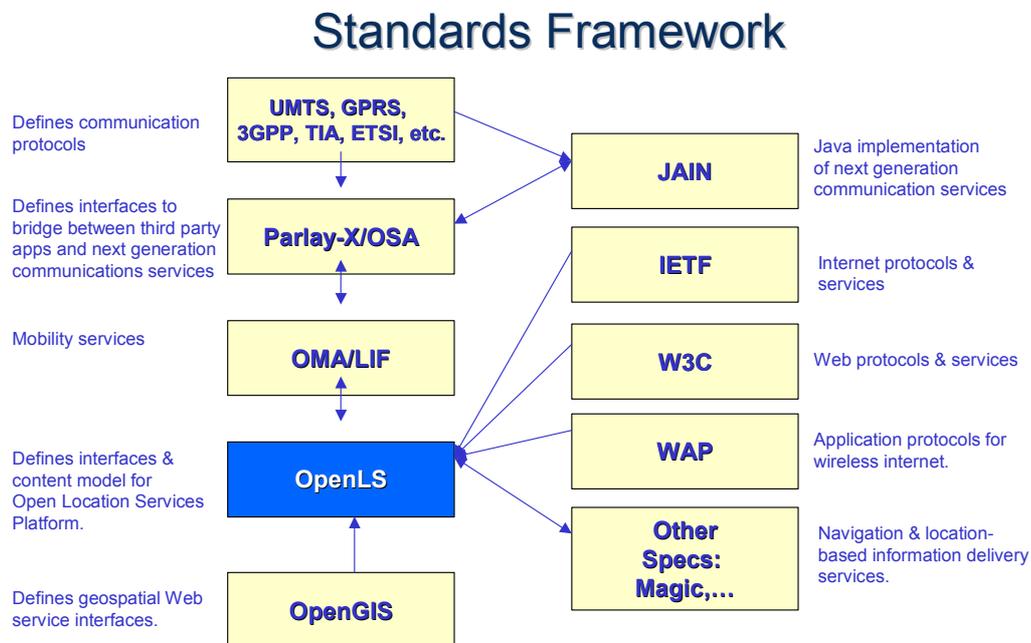


Abbildung 4: Mobile Computing Standards

Man könnte sich jetzt fragen, ob zwei Organisationen bei der Standardentwicklung nicht schon eine zu viel sind. Es hat sich aber gezeigt, dass die zu standardisierenden Bereiche von der Repräsentation eines einzelnen Geoobjektes über die Übertragungsprotokolle bis zur Anzeige auf einem Userdisplay so vielfältig sind, dass die Integration verschiedener, auf unterschiedlichen Gebieten spezialisierter Gremien eine Notwendigkeit darstellt. Die Kompetenzbereiche von LIF und OGC verdeutlicht folgende Abbildung.

¹ Es sei angemerkt, dass man im eigentlichen Sinne nicht von APIs, sondern vielmehr von Protokollen sprechen müsste. Da die Organisationen jedoch den Begriff APIs nutzen, wollen wird diesen Terminus beibehalten.

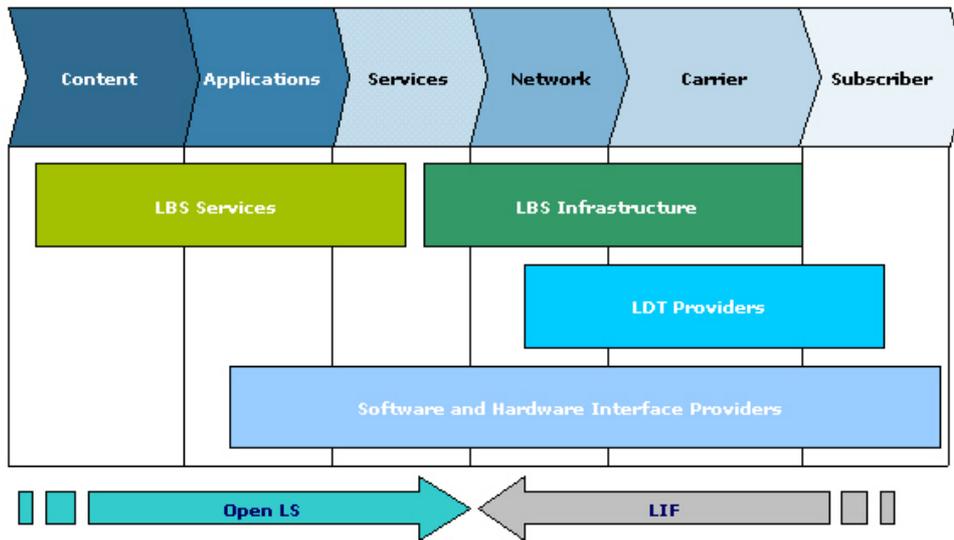


Figure – 2 Complementary Approaches to the Wireless Location Interoperability Challenge

Abbildung 5: Fokus von LIF und OGC

OpenLS - Open Location Services (OGC)

OGC fokussiert die Applikations-, Daten- und Repräsentationsschichten des Internet. Es kümmert sich dabei nicht um den Code zwischen den einzelnen Schichten. Interoperabilität soll durch offene Schnittstellenbeschreibungen und gemeinsame Datenaustauschformate erzielt werden.

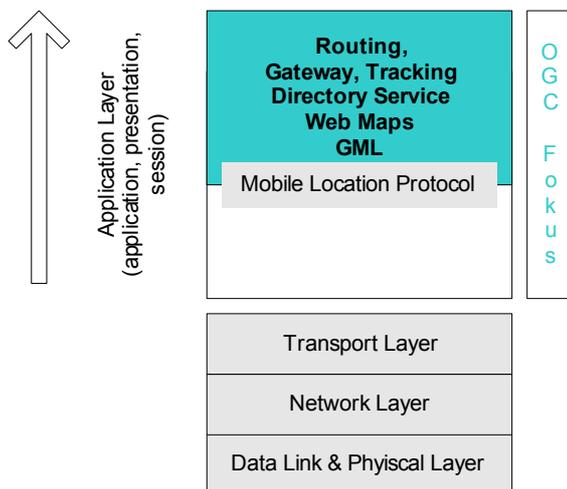


Figure - 3 OGC Focus on Internet Interoperability

Primäres Ziel der OpenLS Arbeit ist die Definition eines Sets an zentralen Diensten und *abstract data types* (ADTs), die die zentrale Komponente der OpenLS Referenzarchitektur standardisieren, den GeoMobility Server (GMS), eine offene Plattform für ortsbezogene Applikations-Server.

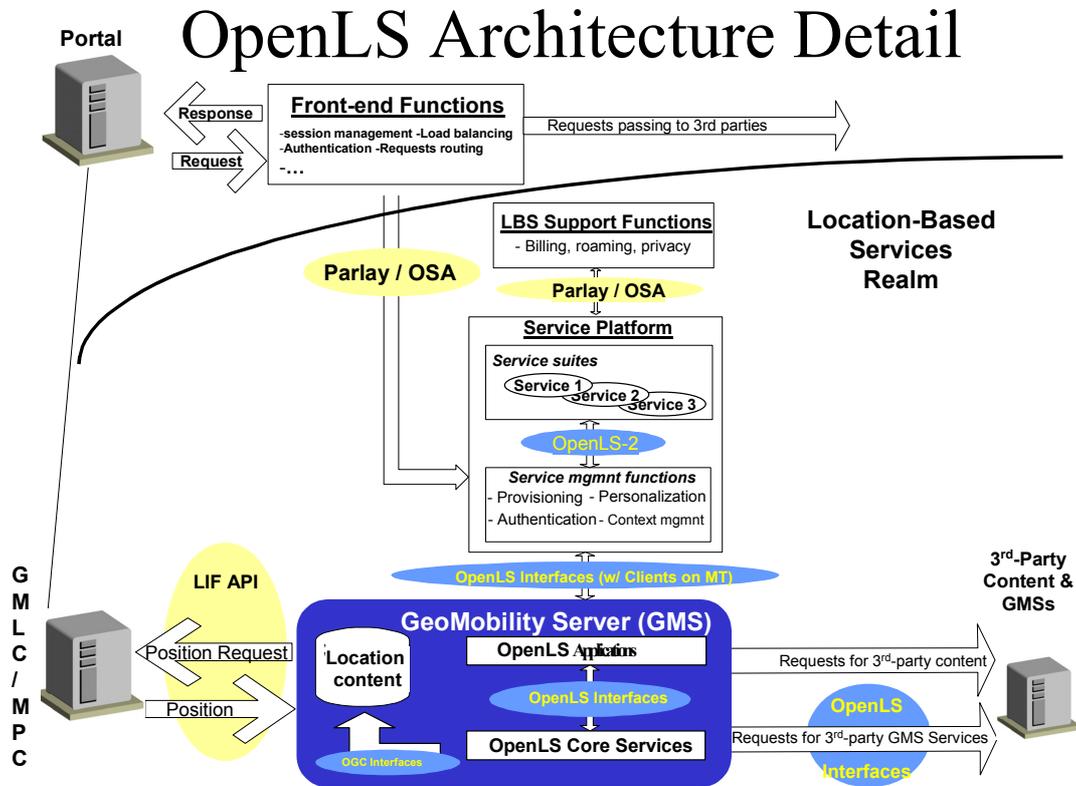


Abbildung 6: GeoMobilityServer GMS

Der GMS offeriert Standarddienste, so genannte *OpenLS Core Services*, die von LBS Applikationen genutzt werden können. Der Server selbst nutzt nach unten eine offen gelegte Schnittstelle, um Positionierungsdienste der Telefonsystembetreiber in Anspruch zu nehmen (Zugriff auf MPS bzw. GMLC mittels LIF API). Nach oben hin bietet er standardisierte Schnittstellen an, um die Core Services in Anspruch nehmen zu können. Die Core Service-Spezifikation basiert auf XML-Schemata.

Weiterhin bietet der GeoMobility Server Informationen an, wie beispielsweise kartographische Daten, Points of Interests, Verkehrsdaten, etc. und unterstützt zusätzliche Dienstgruppen, wie etwa *billing, logging, personalization, etc.*

Location Interoperability Forum - LIF

Das Location Interoperability Forum wurde im September 2000 von Ericsson, Motorola und Nokia ins Leben gerufen (<http://www.locationforum.org>). Das heute über 100 Mitglieder aufweisende Forum ist Teil der Open Mobile Alliance (<http://www.openmobilealliance.org>), einem Zusammenschluss verschiedener Standardisierungsinitiativen.

Vergleicht man das Arbeitsfeld von LIF mit dem von OGC fällt auf, dass sich LIF mehr um die unteren Netzwerkschichten kümmert, wie folgende Abbildung verdeutlicht:

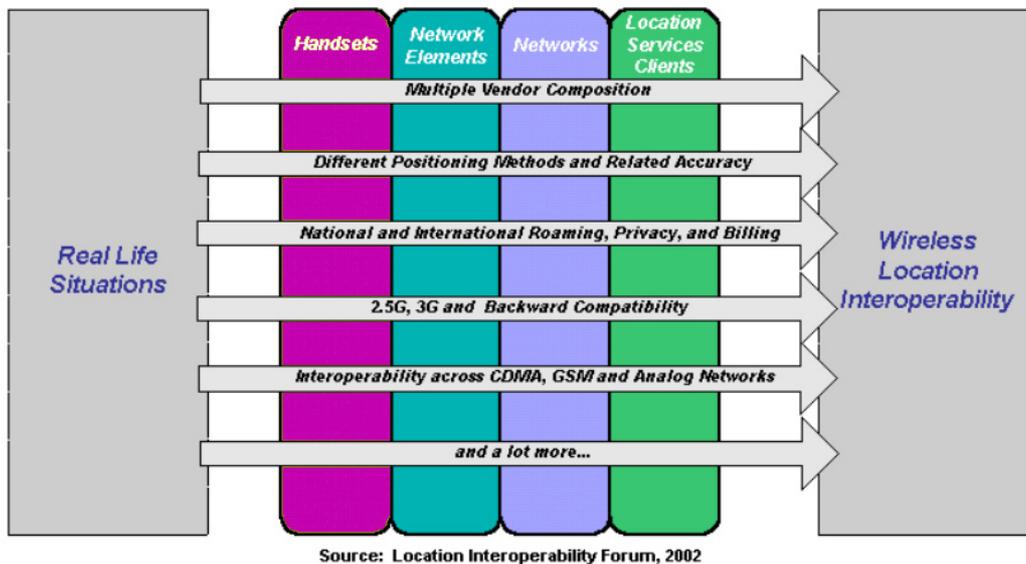


Figure – 4 LIF challenges in the wireless arena

Abbildung 7: LIF

LIF hat die *Mobile Location Protocol Specification (MLP)* entwickelt, welche im Juni 2002 in der Version 3.0.0 herausgekommen ist. Diese als API bezeichnete Spezifikation definiert den Zugriff auf die Positionsdaten mobiler Geräte, unabhängig vom darunter liegenden Netzwerk. Um die Positionsdaten des Nutzers eines beliebigen Telefonnetzwerkes zu erhalten, muss die LBS-Applikation folglich nur noch MLP sprechen und verstehen, und braucht sich nicht weiter darum zu kümmern, ob das Telefonsystem von Ericsson oder Motorola ist.

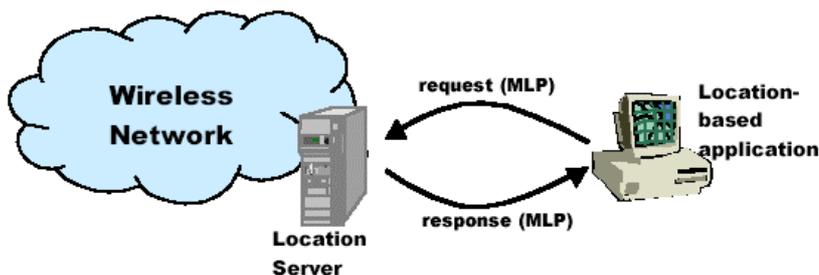


Abbildung 8: Zugriff einer LBS-Applikation auf Positionsdaten (LIF 2002)

Mögliche Realisierungen des Location Servers von Abbildung 8 sind GMLC (für UMTS und GSM) bzw. MPC (für ANSI). Um verschiedenen Geräten unterschiedliche Transportmechanismen zu ermöglichen ist in MLP der Transportlayer vom XML kodierten Inhalt entkoppelt. Somit werden bei gleichem Inhalt unterschiedliche Transportmechanismen ermöglicht.

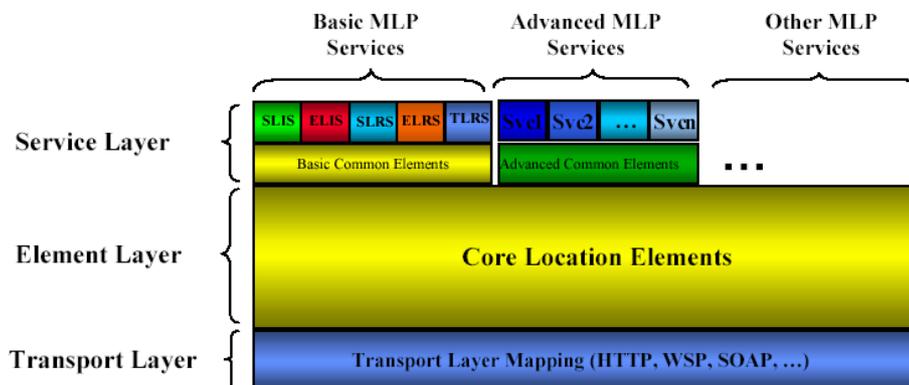


Abbildung 9: MLP Architektur

Der unterste Layer definiert die Transportschicht. Mögliche Transportprotokolle sind http, SOAP, WSP und andere. Der Elementlayer definiert alle vom Servicelayer gemeinsam genutzten Elemente, sprich jedes Element, das von mindestens zwei Services des Servicelayers genutzt wird, ist im Elementlayer definiert. Mittels DTDs beschrieben, finden sich hier unter anderem die Definitionen von Identifizierungselementen, Positionselementen oder Funktionselementen. Der Servicelayer definiert schließlich die von MLP offerierten Services. Diese basieren auf den Spezifikationen von 3GPP.

Hinter den Akronymen SLIS, ELIS, TLRS etc. verbergen sich verschiedenen Services, die jeweils mehrere Messagetypen beinhalten. So setzt sich SLIS beispielsweise aus den Messages SLIR (Standard Location Immediate Request), SLIA (Standard Location Immediate Answer) and SLIREP (Standard Location Immediate Report) zusammen.

Tabelle 1: MLP Services

Service	Beschreibung
SLIS - Standard Location Immediate Service	Dieser Service wird genutzt, wenn eine sofortige Antwort auf eine Positionsanfrage gebraucht wird. Der Service besteht aus den Messages: <ul style="list-style-type: none"> • Location Immediate Request • Standard Location Immediate Answer • Standard Location Immediate Report
ELIS - Emergency Location Immediate Service	Spezieller Service, um die Position eines Notrufenden zu ermitteln. Der Service besteht aus den Messages: <ul style="list-style-type: none"> • Emergency Location Immediate Request • Emergency Location Immediate Answer
ELRS - Emergency Location Reporting Service	Pushing Service, bei dem das Telefonsystem die Notrufapplikation automatisch mit den Positionsdaten eines mobilen Gerätes beliefert, wenn von diesem ein Notruf abgesetzt wurde. Der Service besteht aus der Message: <ul style="list-style-type: none"> • Emergency Location Report
TLRS - Triggered Location Reporting Service	Pushing Service, der die Position eines mobilen Gerätes in festen Zeitintervallen oder bei Eintreten eines speziellen Ereignisses an die ange-

geschlossenen Applikationen weiter gibt.

Messages:

- Location Reporting Request
- Triggered Location Reporting Answer
- Triggered Location Report
- Triggered Location Reporting Stop Request
- Triggered Location Reporting Stop Answer

Die LIF-API ist formal als eine Sammlung von XML DTDs definiert. Die Messages werden aus Elementen, die diesen DTDs entsprechen, aufgebaut. Um das verstehen zu können, muss man sich mit den Grundzügen von XML auskennen. Dies wird an dieser Stelle vorausgesetzt. Eine Einführung findet man beispielsweise bei (W3C 2000). Um einen Eindruck zu bekommen, wie eine Anfrage in MLP aussieht wollen wir uns ein Beispiel anschauen. Wir suchen die Positionen von allen Mobilgeräten mit Identifizierungsnummern zwischen 461018765710 und 461018765712. Die horizontale Positionsgenauigkeit soll bei niedriger Verzögerung besser 1000m sein und wir hätten die Positionen gerne im EPSG 4004 Format. Die Requestmessage, die Teil des SLIS-Request ist, würde dann wie folgt ausschauen:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<slir ver="3.0.0" res_type="SYNC">
  <msids>
    <msid type="IPV4">93.10.0.250</msid>
    <msid_range>
      <start_msid>
        <msid>461018765710</msid>
      </start_msid>
      <stop_msid>
        <msid>461018765712</msid>
      </stop_msid>
    </msid_range>
  </msids>
  <eqop>
    <resp_req type="LOW_DELAY" />
    <hor_acc>1000</hor_acc>
  </eqop>
  <geo_info>
    <CoordinateReferenceSystem>
      <Identifier>
        <code>4004</code>
        <codeSpace>EPSG</codeSpace>
        <edition>6.1</edition>
      </Identifier>
    </CoordinateReferenceSystem>
  </geo_info>
  <loc_type type="CURRENT_OR_LAST" />
  <prio type="HIGH" />
</slir>
```

Die Antwort könnte beispielsweise wie folgt aussehen:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<slia ver="3.0.0" >
  <pos>
    <msid>461011334411</msid>
    <pd>
      <time utc_off="+0200">20020623134453</time>
      <shape>
        <CircularArea srsName="www.epsg.org#4004">
```

```

        <coord>
          <X>301628.312</X>
          <Y>451533.431</Y>
        </coord>
        <radius>240</radius>
      </CircularArea>
    </shape>
  </pd>
</pos>
<pos>
  <msid>461018765710</msid>
  <pd>
    <time utc_off="+0300">20020623134454</time>
    <shape>
      <CircularArea srsName="www.epsg.org#4004">
        <coord>
          <X>301228.302</X>
          <Y>865633.863</Y>
        </coord>
        <radius>570</radius>
      </CircularArea>
    </shape>
  </pd>
</pos>
<pos>
  <msid>461018765711</msid>
  <pd>
    <time utc_off="+0300">20020623110205</time>
    <shape>
      <CircularArea srsName="www.epsg.org#4004">
        <coord>
          <X>781234.322</X>
          <Y>762162.823</Y>
        </coord>
        <radius>15</radius>
      </CircularArea>
    </shape>
  </pd>
</pos>
<pos>
  <msid>461018765712</msid>
  <poserr>
    <result resid="10">QOP NOT ATTAINABLE</result>
    <time>20020623134454</time>
  </poserr>
</pos>
</slia>

```

Hier ist zu sehen, dass nur die Positionen der beiden ersten Mobilgeräte ermittelt werden konnte. Die Position des dritten Gerätes war zur Suchzeit nicht ermittelbar.

WAP Location Framework

Wir wollen an dieser Stelle nicht die gesamte *Wireless Application Protocol* Architektur diskutieren, sondern nur auf den Teil eingehen, der den Zugriff zu Positionsdaten regelt. Wichtig ist es zu verstehen, dass hier nicht nur das WAP-Mobiltelefon gemeint ist, wenn von WAP gesprochen wird. WAP beinhaltet wesentlich mehr, als einen kleinen Browser auf dem Telefondisplay, der mir die Abfahrtszeiten von Zügen darstellen kann. So kann beispielsweise der Telematikcomputer im Auto ebenfalls über WAP angebunden sein, ohne dass er eine Benutzerschnittstelle aufwiese.

Das WAP Location Framework, welches von der Architektur her zwischen dem MPC und der Applikation steht, ähnelt der LIF API in vielen Teilen. Grundsätzlich kann man drei Anfragetypen zur Lokalisierung unterscheiden:

- **Immediate Query Service:** Dieser Service liefert auf eine Anfrage hin die Position eines WAP Clients unverzüglich zurück.
- **Deferred Query Service:** Deferred Services erlauben es, auf eine einmalige Anfrage hin mehrfach (mit festgelegtem Zeitabstand) die Position von WAP Clients zu erhalten. Dies ist beispielsweise interessant, wenn man eine Flotte verfolgen möchte.
- **Location Attachment Service:** Wenn ein Anwender eine Serviceanfrage weschickt, und die Anfrage mit einer bestimmten Position in Bezug steht, so ist es üblich, neben der eigentlichen Anfrage auch die Positionsdaten mitzusenden. Das typische Beispiel hierfür ist die „Wo ist das nächste Restaurant?“-Anfrage.

Das WAP Location Framework besteht aus einer Reihe von DTDs, die im Wesentlichen die Funktionen der API beschreiben (<http://www.wapforum.org/DTD/>). *Request*- wie auch *Response*- (Anfrage und Antwort) Nachrichten sind folglich in XML codiert. Positionsanfragen werden als *location invocation document* versendet, die Antworten kommen als *location delivery document* zurück.

Um *immediate* oder *deferred queries* nutzen zu können ist das Vorhandensein einer eindeutigen Kennung, einer IP-Adresse und eines http Servers notwendig. Das liegt daran, da die den Service nutzende Nachricht per HTTP POST verschickt wird, und die kann per Definition nur von einem HTTP Server empfangen werden. Der Nutzer kann zusätzlich eine Transaktions-ID mitschicken, um diese Anfrage referenzieren zu können. Die Kennungen müssen dabei nicht notwendiger Weise den MSISDN-Nummern² entsprechen. Andere Möglichkeiten sind:

- **PLMN-Nummer:** (Public Land Mobile Network) Telefonnummer in globaler Schreibweise, also mit Länderkennung, z.B. +4917112345678
- **IPv4:** Eine IP Adresse in der Version 4, z.B. 123.456.789.123
- **IPv6:** Eine IP Adresse der neuen Version 6, z.B. 3ffe:ffc0:ffff:c31a:9f0e
- **PAP-USER:** Ein PAP (Push Access Protocol) Nutzer, z.B. john.doe@uni-muenster.de/Type=User@ifgi.uni-muenster.de

Das WAP Location Framework fordert mindestens die Nutzbarkeit von Lat/Long Koordinaten mit Datum WGS-84. Es freigestellt, darüber hinaus weitere Referenzsysteme und Daten zu nutzen.

² MSISDN = Mobile Integrated Services Digital Network Nummer. Die MSISDN ist die technische Bezeichnung für die netzspezifische Nummer eines Kunden innerhalb eines digitalen Mobilfunknetzes. Auf das Vodafone-Netz bezogen handelt es sich dabei um die Vodafone-Nummer des Kunden (z.B. 0172 1234567). Im Gegensatz zur MSISDN, die immer nur für den Bereich eines Netzes Gültigkeit hat, gibt es für das GSM Gesamtnetz noch die IMSI. Bei der IMSI (International Mobile Subscriber Identification) handelt es sich um eine international eindeutige Kennung eines GSM-Mobilfunkteilnehmers in Form einer 15stelligen Zahl. Die IMSI dient der Identifikation des Teilnehmers bei der Vermittlung und Signalisierung eines Anrufs. Der Vollständigkeit halber sei noch die TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity) erwähnt. Sie wird nach dem allerersten Einbuchung an Stelle der IMSI zur Identifikation des Teilnehmers verwendet. Bei jeder Einbuchung wird sie neu vergeben, was das Erstellen eines Bewegungsprofils verhindern soll.

Digitale Modelle

Digitale Weltmodelle sind globale Umgebungsmodelle die ein Abbild der Realität darstellen. Sie sind Grundlage der zukünftigen kontextbezogenen Dienste (wobei die ortsbezogenen Dienste ein Spezialfall sind). Kleinste Geräte, zukünftig nicht größer als ein Staubkorn, erfassen reale Daten und speisen diese in Netzwerke ein.



Abbildung 10: SmartDust

Somit ist es möglich, den Kontext eines interessanten Objekts (in der Regel des mobile Nutzers) zu erfassen, kontextbasierte Dienste werden möglich. Sämtliche Informationen fließen dabei in die Erstellung des Umgebungsmodells ein. Dabei ist es auch möglich, Informationen von anderen Nutzern zu erhalten, die diese bei Gegenständen, die im Rechnernetzwerk integriert, hinterlassen haben. Folglich fließen nicht nur reine Sensordaten in das Modell ein, sondern unter Umständen auch Informationen, die auf nicht technisch messbaren Quellen beruhen.

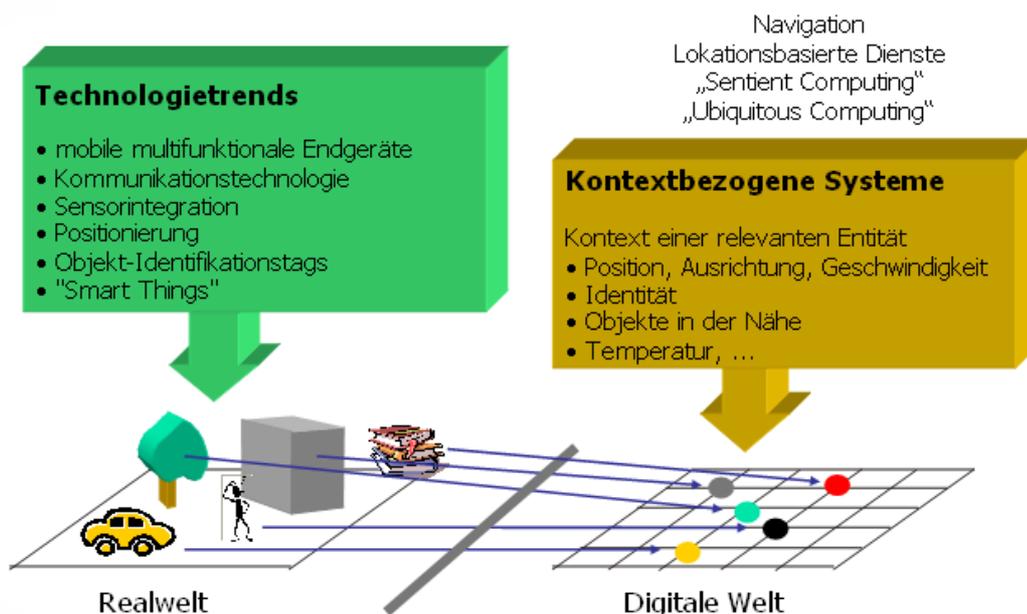


Abbildung 11: Digitale Modelle

Die Modelle lassen sich selbstverständlich auch abfragen. Man kann dadurch nicht nur einen einzigen Nutzer tracken, sondern fragt das Modell einfach, wie viele Personen gerade unterhalb des Eiffelturms stehen. Das Modell weist folglich Ankerpunkt-Metaphern auf, die der Orientierung im Raum dienen. Diese Modelle sind natürlich extrem komplex. Heutige Modelle sind dagegen noch recht einfach. Sie beruhen in der Regel auf Koordinatensystemen und jedes Objekt wird in seiner absoluten Position oder aber in Bezug auf eine vorhergehende absolute Position beschrieben.

Die Erstellung der Modelle ist ein äußerst komplexer Prozess. Zwar hat man bereits eine ganze Reihe von Sensoren und wird zukünftig Messergebnisse von Milliarden dieser Sensoren zur Verfügung haben, aber diese verfügen über keine standardisierten Schnittstellen. Somit lassen sich die Messergebnisse auch nur sehr schwer in ein konsistentes Modell integrieren. Zusätzlich erfassen die meisten Sensoren nicht automatisch ihre Position. Sie lassen sich aber auch nur schwer durch Drittsensoren lokalisieren, da hierzu eine Kommunikation zwischen Sensor und Lokalisierungseinheit hergestellt werden müsste, für die es bisher keine Protokolle gibt. Man kann nicht davon ausgehen, dass einzelne Betreiber komplette homogene Modelle aufbauen werden, bzw. dazu im Stande sind, diese Art von Modellen aufzubauen. Die Generierung der digitalen Modelle wird folglich sehr stark davon abhängen, in wie weit es funktionieren wird, heterogene Strukturen durch Standardisierung interoperabel zu machen.

Sentient Computing

Die Steuerung des Computersystems erfolgt bei sentient computing nicht mehr über das Bedienen von Maus und Tastatur, sondern über ganz normale Alltagsbewegungen, d.h. über das individuelle Handeln. Ein einfaches Beispiel ist hierbei das Licht, das sich einschaltet, sobald man einen Raum betritt. Sentient computing erlaubt aber auch den Transport von Sessions von einem Raum in einen anderen. Das kann man sich so vorstellen: Man arbeitet an seinem Laptop, schließt ihn, ändert die Örtlichkeit, macht ihn wieder auf und kann genau an der Stelle weiterarbeiten, an der man zuvor unterbrochen hatte. Wenn man jetzt im Geiste den Laptop weglässt und lediglich der Zimmerdecke mitteilt, sie möge die aktuelle Arbeit in einem anderen Raum zur Verfügung stellen, landet man im Bereich des sentient computing.

Ubiquitous Computing

"Ubiquitous computing names the third wave in computing, just now beginning. First were mainframes, each shared by lots of people. Now we are in the personal computing era, person and machine staring uneasily at each other across the desktop. Next comes ubiquitous computing, or the age of calm technology, when technology recedes into the background of our lives." --Mark Weiser

Mark Weiser gilt als Vater des ubiquitous computing. Sein 1991 erschienener Artikel „The Computer for the 21st century“ gibt einen exzellenten Eindruck in sein Verständnis von allgegenwärtigen Rechnern (Weiser 1991).

Ubiquitous Computing - eine technische Entwicklung

Die Entwicklung vom mainframe computing, bei dem sich mehrere Personen einen Rechner teilten hin zu mehreren Rechnern, die von einer einzigen Person genutzt werden, ist wesentlich durch vier Aspekte bedingt:

- Moore's-, Shannon's- und Gene's Law
- Materialien
- Kommunikationstechnologie

- Sensoren

Moore's-, Shannon's- und Gene's Law

Gordon Moore beobachtete 1965, dass sich die Anzahl der Transistoren pro Schaltkreis exponential entwickelt und in den Folgejahren weiter fortsetzen wird. Diese Entwicklung hält bis heute an und wird sich laut Intel auch in den nächsten 10 Jahren nicht ändern.

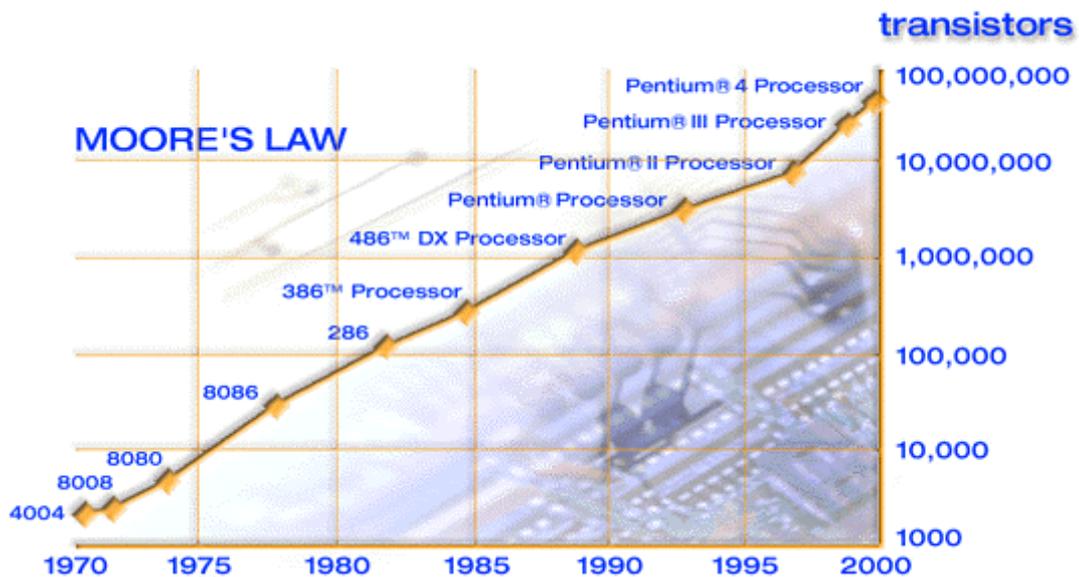


Abbildung 12: Moore's Law (Intel 2003)

Abgeleitet von Moore's Entdeckung wurde das Moore's Law, wobei zu bemerken ist, dass es vielerlei Ausprägungen dieses „Gesetzes“ gibt. Im Wesentlichen sagt es aber aus, dass sich die Leistungsfähigkeit eines Computers bei gleichem Preis etwa alle 18 Monate verdoppelt.

Neben der Erhöhung der Leistungsfähigkeit sinkt gleichzeitig die Bit storage density, also wie viel Platz benötigt wird, um ein Bit zu speichern. Beide Entwicklungen kombiniert erlauben es, immer kleinere und gleichzeitig leistungsfähigere Computer zu produzieren; eine wesentliche Voraussetzung für ubiquitous computing.

Bei der Miniaturisierung der Geräte treten andere Probleme in den Vordergrund. Eins davon ist die Energieversorgung. Vergleicht man die Entwicklung der Chipperformance mit der Verbesserung der Energiekapazität von Batterien, so fällt auf, dass letztere deutlich hinterher hinkt.

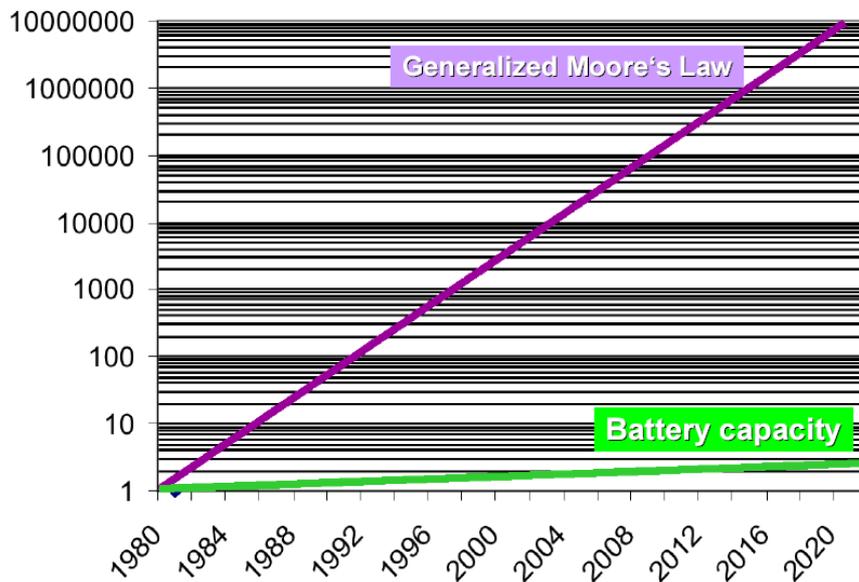


Abbildung 13: Moore's Law und Batteriekapazität (tbd)

Dass die ungleich schlechtere Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Batterien nicht zwangsläufig zum einschränkenden Faktor gereicht macht Gene's Law deutlich.

Gene's Law

Gene's Law, benannt nach dem Texas Instruments Guru Gene Frantz, sagt aus, dass der Energieverbrauch von Schaltkreisen exponentiell abnimmt.

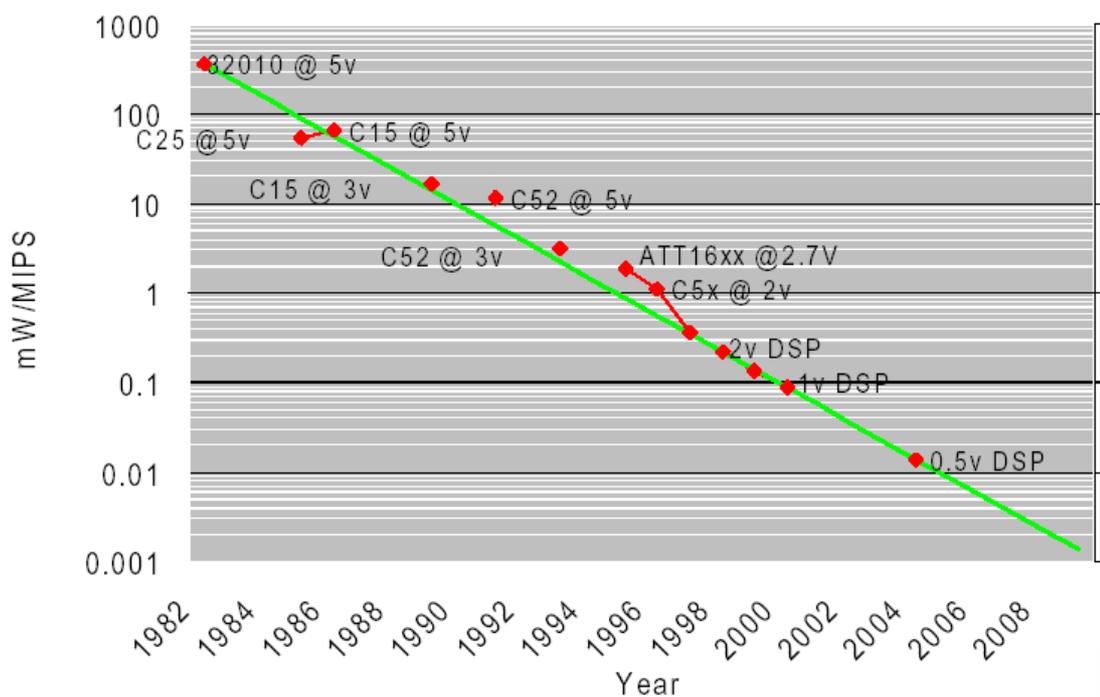


Abbildung 14: Gene's Law (Rabaey 2003)

Seit Gene's Law 1994 aufgestellt wurde ist der Energieverbrauch eines IC (*integrated circuit*) alle zwei Jahre um das zehnfache verringert worden.

Shannon's Law

Shannon's Law, benannt nach dem Mathematiker Claude Shannon, definiert die maximale theoretische Datenrate für eine fehlerfreie Übertragung über einen bandbreitenlimitierten Datenkanal unter Einfluss des Rauschens. Dabei gilt:

$$C = W \log_2(1 + S/N)$$

Mit C = Kanalkapazität in bits/sek; W = Bandbreite in hertz; S/N der Signal-Rausch-Abstand. So genannte „*error-correction codes*“ können die Übertragungsleistung im Vergleich zu unkodierter Übertragung zwar steigern, weswegen die Übertragungsleistung im Mobilfunkbereich pro Generation deutlich steigt, vergleiche Abbildung 15, dennoch stellt Shannon's Law eine bisher nicht überwindbare maximale Datenrate dar. Es ist sogar so, dass heutige hochgradig komplexe Kodierungsalgorithmen maximal 30-50% der Datenrate nach Shannon's Law erreichen.

Für Interessierte findet sich [hier](http://fly.cc.fer.hr/~zdenko/appendix/shannon.html) die mathematische Herleitung (<http://fly.cc.fer.hr/~zdenko/appendix/shannon.html>)

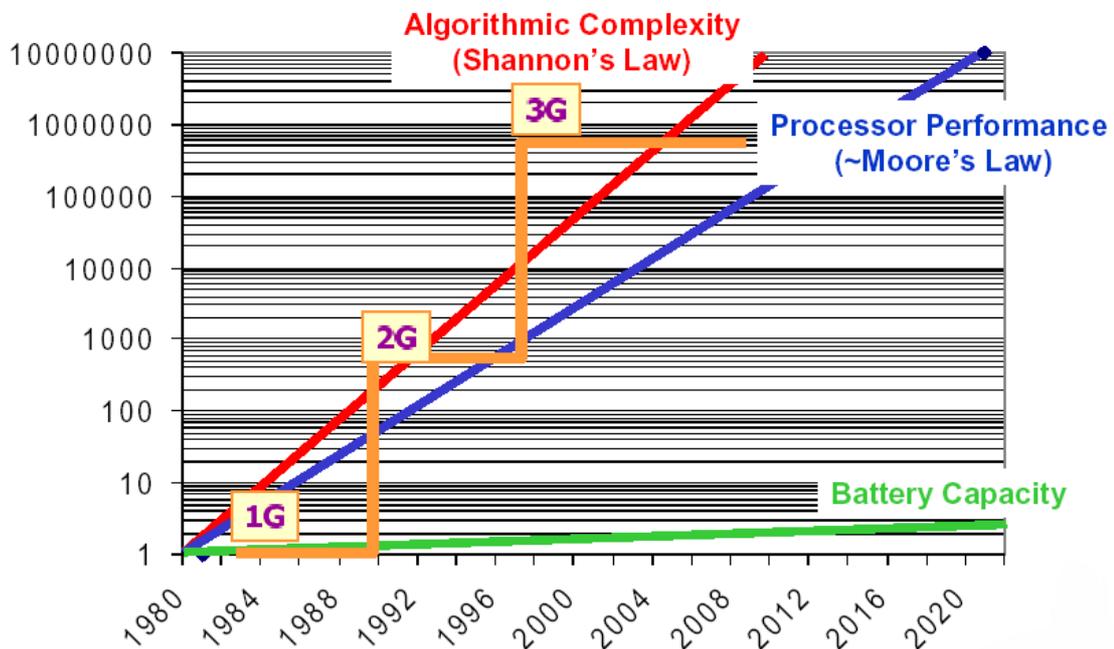


Abbildung 15: Shannon's Law (Rabaey 2003)

Materialien

Neue Materialien spielen eine wesentliche Rolle bei der Entwicklung des ubiquitous computing. Hier soll nur eine kleine Auswahl an neuer Technik präsentiert werden; stets im Bewusstsein, dass sie morgen bereits zum Alltag gehören könnte.

Allen neuen Techniken und Materialien folgen den gleichen Grundprinzipien. Neben der nahe liegenden Forderung nach weiterer Miniaturisierung und damit einhergehender Erhöhung der Speicherdichte müssen die Produkte zunehmend ökonomischer mit Energie umgehen können. Die Energie selbst wird dabei häufig nicht mehr aus unmittelbaren Energiequellen bezogen, wie etwa Batterien, sondern von außen in das System eingebracht (man stelle sich nur mal vor, man müsste in einem Kaufhaus bei jedem Diebstahlsicherungsetikett die Batterien wechseln).

Light Emitting Polymer

Polymere, im Volkmund einfach Plastik, kann genutzt werden, um elektrische Energie in sichtbares Licht umzusetzen. Da bei diesem Vorgang sehr wenig Energie benötigt wird eignen sich solche Materialien gut im Bereich des mobile computing.

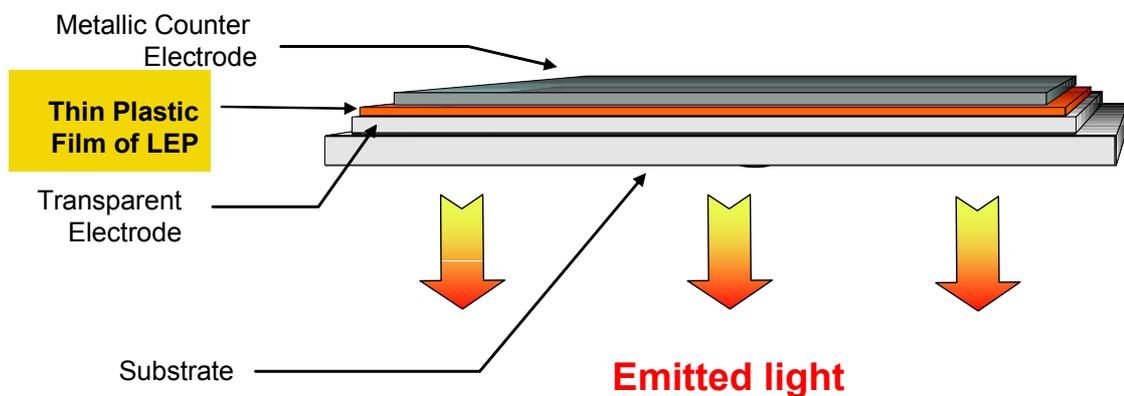


Abbildung 16: Light Emitting Polymer

Die LEP-Filme sind nur Bruchteile von Millimetern dick. Zwischen zwei Schutzfolien eingeklebt können diese LEP vielseitig eingesetzt werden.

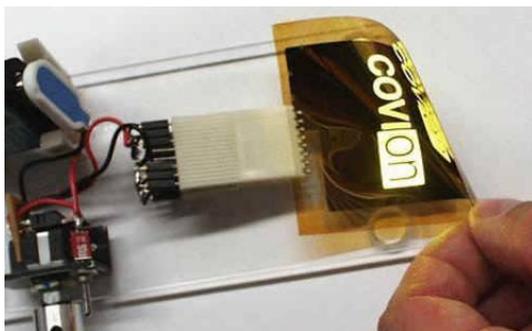


Abbildung 17: LEP Folie

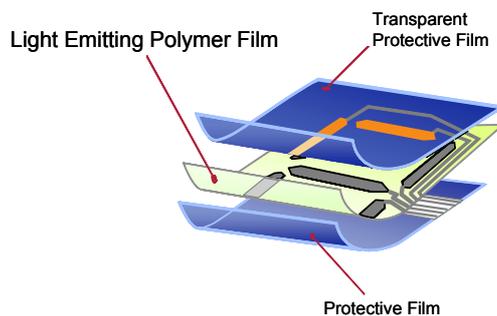


Abbildung 18: LEP Folie mit Schutzfilm

Smart Paper

Smart Paper wird mittlerweile von einer ganzen Reihe von Firmen produziert. Es besteht aus zwei dünnen Plastiklagen, zwischen denen Millionen von bichromalen Plättchen eingebunden sind.

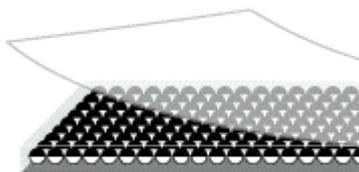


Abbildung 19: Smart Paper (Gyricon-Media 2003)

Diese Plättchen, auf beiden Seiten unterschiedlich gefärbt, richten sich nach elektrischer Spannung aus. Dadurch ist es möglich, auf dieses „Papier“ zu schreiben. Die Schrift bleibt bestehen, bis eine neue Spannung angelegt wird. Somit ist eine wesentliche Forderung für mobile computing Produkte erfüllt: Sie müssen mindestens die gleiche Leistung wie bisherige Materialien bieten, zusätzlich aber noch mit weiteren Informationen angereichert sein.

Weitere Informationen zu Smart Paper:

<http://www.thecabal.org/gurps/rareitems/smart.html>

Kommunikationstechnologie

Das Thema Kommunikationstechnologie wurde in den bisherigen Kapiteln schon ausführlich beleuchtet. Daher soll an dieser Stelle nur auf eine neue Technologie eingegangen werden, die bisher nicht näher diskutiert wurde: Netzwerke, die durch Personenkontakt entstehen.

Body Area Networks

Das Konzept für *Body Area Networks*, BANs, auch als *Personal Area Networks* (PANs) bekannt, wurde Mitte der neunziger Jahre von Neil Gershenfeld und Tom Zimmerman am Massachusetts Institute of Technology Media Laboratory entwickelt.

Die BAN-Technologie macht von Elektrolyten im menschlichen Körper gebrauch. Diese leiten elektrische Impulse effektiv weiter. Somit ist es möglich, den menschlichen Körper als Sender und Empfänger für elektrische Impulse zu machen, die zu einem entsprechenden BAN-device weitergeleitet werden, bzw. von einem solchen ausgesandt wurden. Die elektrischen Impulse sind dabei so gering, dass sie dem Körper keinen Schaden zufügen. Wenn man nun einem anderen BAN-Nutzer die Hand schüttelt, werden gleichzeitig die Visitenkarten ausgetauscht...

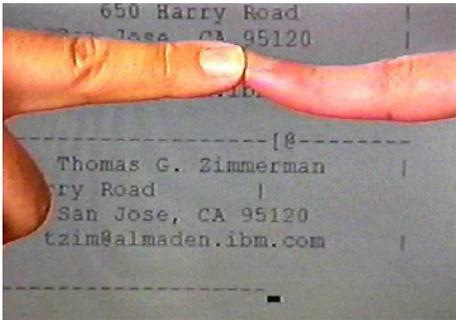


Abbildung 20: Body Area Network

Sensoren

Eine wesentliche Rolle bei kontextbasierten Applikationen spielen Sensoren, die für die Erfassung sämtlicher Umgebungsparameter des Nutzers zuständig sind. Auch hier findet eine zunehmende Miniaturisierung und Befreiung von direkten Energiequellen statt. Gleichzeitig werden durch neuartige Sensoren neue Schnittstellen Mensch/Maschine geschaffen: Man befreit sich von der unpraktischen Tastatur und unterhält sich stattdessen mit seinem Rechner.

Literatur

- (1) Eberspächer, J. (2003) LBS.
- (2) experteam (2002) Online-Befragung zu LBS.
- (3) Gyricon-Media (2003) Smart Paper.
- (4) Intel (2003) Moore's Law Graph.
- (5) LIF (2002) Mobile Location Protocol Specification. Location Interoperability Forum, Technical Report Version 3.0.0.
- (6) Rabaey, J. M. (2003) Shannon's Law.
- (7) W3C (2000) Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition). World Wide Web Consortium (W3C), Technical Report
- (8) Weiser, M. (1991) The Computer for the Twenty-First Century. *Scientific American* 09: pp. 94-10.