



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie



**THESEUS**

Neue Technologien  
für das Internet der Dienste

Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation

# Das Internet der Dienste

[www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)  
[www.theseus-programm.de](http://www.theseus-programm.de)

**Redaktion**

THESEUS-Begleitforschung  
c/o Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST  
Steinplatz 2  
10623 Berlin

**Gestaltung**

UNICOM Werbeagentur GmbH, Berlin

**Bildnachweis**

Jens Nieth

**Druckerei**

Richard Thierbach Buch- und Offset-Druckerei GmbH,  
Mülheim an der Ruhr

**Herausgeber**

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie  
Öffentlichkeitsarbeit  
10115 Berlin

**Stand**

September 2010



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie



**THESEUS**

Neue Technologien  
für das Internet der Dienste

Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation

# Das Internet der Dienste

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Von der Information zum Dienst</b> .....	<b>6</b>
Werthaltige Informationen .....	7
Möglichkeiten nutzen .....	8
THESEUS und die THESEUS-Begleitforschung .....	10
<b>2 Dienste im Internet</b> .....	<b>11</b>
Die Anfänge der Internetdienste .....	11
Dienste werden erwachsen .....	12
Software as a Service .....	13
Von SaaS zum Cloud Computing .....	14
<b>3 THESEUS und das „Internet der Dienste“</b> .....	<b>15</b>
Dienste im Internet der Dienste .....	16
Technologien für das Internet der Dienste .....	17
Erzeugen von Metadaten .....	18
Organisation von Metadaten .....	19
Ermittlung des Bedarfs .....	21
<b>4 Infrastrukturen für das „Internet der Dienste“</b> .....	<b>23</b>
Plattformen auf Basis offener Standards .....	23
Anwendungen für das Internet der Dienste .....	24
Dienste-Ökosysteme .....	25
<b>5 Chancen und Risiken im internationalen Wettbewerb</b> .....	<b>27</b>
<b>6 Ergebnisberichte der THESEUS-Begleitforschung</b> .....	<b>30</b>
Übersichtsbeiträge zum THESEUS-Programm .....	30
Internationale Forschungsarbeiten im Umfeld des THESEUS-Programms.....	30
Konzepte zum Internet der Dienste .....	30

## Vorwort

Das Internet hat sich als eine weltumspannende technische, ökonomische und soziale Infrastruktur etabliert. In zuvor nicht gekanntem Ausmaß eröffnet es den Zugang zu Informationen. In den vergangenen Jahren ist die Anzahl der Webseiten auf ca. 200 Millionen angewachsen. Rund 1,7 Milliarden Menschen nutzen derzeit weltweit das Internet. Immer mehr Unternehmen wickeln hier Geschäftsabläufe ab und können so signifikante Kosteneinsparungen erzielen.

Neue Technologien im Internet begründen neue Nutzungsmöglichkeiten und Zukunftschancen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie fördert deshalb die Weiterentwicklung des Internets. Von herausragender Bedeutung ist dabei das Leuchtturmprojekt THESEUS. Mit einem Gesamtvolumen von ca. 200 Mio. Euro ist dieses Vorhaben das größte IKT-Forschungsprojekt der Bundesregierung. Im Rahmen von THESEUS werden neue Technologien entwickelt und Anwendungen erprobt, um das Wissen im Internet besser zu nutzen und zu verwerten. Diese Anwendungen bilden die Grundlage für neue elektronische Dienstleistungen. So entsteht ein Internet der Dienste, das sowohl dem Bürger als auch der Wirtschaft neue Entfaltungsmöglichkeiten bietet. Das Spektrum der Anwendungen ist breit gefächert: Es reicht von innovativen Suchdiensten für die Deutsche Digitale Bibliothek bis zu neuen Angeboten wie dem so genannten Cloud Computing, mit dem IT-Infrastrukturen oder Computerprogramme über das Internet gemietet werden können.



Programmbegleitend zielen wir darauf ab, die THESEUS-Vorhaben international zu vernetzen und die Verbreitung der Forschungsergebnisse zu unterstützen. Darüber hinaus sollen neue Partner, zum Beispiel aus dem Mittelstand, für eine Zusammenarbeit gewonnen werden. Die vorliegende Broschüre richtet sich an diesen Kreis. Sie bietet insbesondere mittelständischen Unternehmern eine Einführung in das zukünftige Internet der Dienste.

Informieren Sie sich über Potenziale für neue Geschäftsfelder und Beschäftigungsmöglichkeiten. Nutzen Sie die Chancen!

*Rainer Brüderle*

**Rainer Brüderle**  
Bundesminister für Wirtschaft und Technologie

# 1 Von der Information zum Dienst



Das World Wide Web (WWW) hat aus dem Internet in kurzer Zeit eine unvorstellbar große Sammlung von Informationen gemacht, die längst nicht mehr nur noch textuelle Inhalte, sondern in zunehmendem Maße auch Software, Audio- und Videodaten umfasst. Der Umfang dieses Datenbestands macht es immer schwieriger, in diesem Überangebot die zu einem bestimmten Zeitpunkt benötigten oder erwünschten Informationen zu finden und zu nutzen. Das ist eigentlich erstaunlich, zielte doch die Entwicklung des Internet seit ihren Anfängen in den 1960er Jahren darauf ab, Forschungs- und Arbeitsprozesse dadurch zu erleichtern, dass wichtige Informationen strukturiert aufbereitet zur Verfügung gestellt werden und der weltweite Austausch über solche Informationen durch Kommunikationsdienste unterstützt wird.

Der Erfolg des WWW weit über die Grenzen der akademischen Nutzung hinaus hat diese Planungen in einer nie erwarteten Dynamik überholt und das Internet in ein Medium verwandelt, das sich mit

den ursprünglich konzipierten Werkzeugen für die Informationserschließung und Kommunikation, genannt seien etwa die Hyperlinkstrukturen oder die E-Mail, nur schwer beherrschen lässt.

Mit jeder neuen Webseite, mit jeder neuen Produktbeschreibung, Abbildung oder Videodarstellung wird es etwas schwerer, das Informationsangebot des Internets sinnvoll zu nutzen. Die Volltextsuchmaschinen, die heute die Art der Nutzung des World Wide Web in erheblichem Maße beeinflussen, entschärfen diesen Umstand nur teilweise. Ist es mit ihnen schon nur in begrenztem Umfang möglich, sich in der Masse der textuellen Inhalte zurechtzufinden, so stoßen sie bei multimedialen Inhalten noch sehr viel schneller an ihre Grenzen. Sammlungen von Audio- und Videodaten lassen sich mit Ihnen überhaupt nur da erschließen, wo die einzelnen Beiträge zuvor von Menschen verschlagwortet wurden.

Dennoch sind die Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten des Internet längst



ebenso wenig aus dem Geschäfts- und Privatalltag der Menschen wegzudenken, wie die erweiterten Nutzungsmöglichkeiten, etwa das Online-Banking, das Online-Marketing oder der Online-Handel. Klassische Mediensysteme wie Zeitungen, Musik- und Buchverlage sind durch die veränderte Mediennutzung erheblich unter Druck gesetzt. Alle klassischen Medienanbieter klagen über rückläufige Verkaufszahlen, die auch durch eigene Online-Angebote nur teilweise aufgefangen werden können.

Anteil an diesen Einbrüchen trägt sicherlich auch der Umstand, dass Informationen und multimediale Inhalte im Internet vollkommen anders angeboten und verteilt werden, als das in den klassischen Distributionssystemen der Fall ist. Die weitgehend zentral gesteuerten Informationskanäle der bisherigen Medienwelt sind im Internet ersetzt bzw. ergänzt worden durch Community-Modelle, bei denen Nutzer gleichzeitig auch Inhalte bereitstellen und weltweit verteilen können. Entscheidende Beiträge zur Realisierung und Dynamisierung dieser prinzipiell dezentralen Informationsverteilung hat die breite Anbindung von Organisationen und Privatpersonen zunächst über ISDN-, später über Breitbandanschlüsse geleistet. Diese Entwicklung ist bei weitem nicht abgeschlossen, sondern findet zurzeit ihren Niederschlag in immer schnelleren Transferaten sowie in der Anbindung von mobilen Endgeräten. Das insbesondere unter dem Schlagwort „Web 2.0“ bekannt gewordene Phänomen des Mitmach-Web bietet seit einigen Jahren weitere Möglichkeiten der Internet-Nutzung. So können Inhalte vor und nach dem Erwerb eines Produkts mit Gleichgesinnten diskutiert, positive oder negative Bewertungen abgegeben, Inhalte modifiziert oder eigene Inhalte bereitgestellt werden. Dabei können die Nutzer auf vergleichsweise einfach zu handhabende Werkzeuge zurückgreifen, die meistens über einen gängigen Browser angesprochen werden können. Gemeinsam haben all diese Nutzungsformen, dass es sich bei ihnen um Dienste und Dienstleistungen handelt, mit denen Anbieter die Möglichkeiten zum Umgang mit den angebotenen Informationen erweitern.

Community-Plattformen, in denen eine ganze Reihe solcher Dienste gebündelt werden, haben mittlerweile eine erhebliche Reichweite erlangt und sind auch kommerziell erfolgreich. In solchen

Community-Plattformen werden häufig Informationen verfügbar gemacht, die von den Nutzern der Plattformen erzeugt oder bereitgestellt werden. Typische Formen solcher nutzergenerierten Inhalte sind Videos, Meinungsäußerungen, Tagebucheinträge oder kurze Statusmeldungen über den aktuellen Standort. Neben solchen meist sehr persönlichen Informationen, die häufig nur ein kleines Publikum adressieren, werden auch nutzergenerierte Informationen wie etwa Lexikonbeiträge oder Testberichte zu kommerziellen Produkten zur Verfügung gestellt. Auch grundlegende Dienstkonzepte wie etwa das Microblogging, das P2P-Filesharing oder das Vernetzen von zunächst disparaten Datenbeständen („Linked Data“) haben scheinbar unabhängig von den Daten, auf die sie angewendet werden, eine große Attraktivität gewonnen.

### Werthaltige Informationen

Die oben skizzierten Community-Plattformen leben offenbar von einer Reihe von Vorzügen, die die Werthaltigkeit einer Information nicht in den Vordergrund stellen. So zählt beispielsweise weniger der Fakt, sondern mehr die Meinung. Die Aktualität einer authentischen Live-Botschaft ist wichtiger als das Renommee der Quelle. Außerdem erscheint es so, dass die Nutzer Spaß an der Nutzung der bereitgestellten Werkzeuge für den Austausch von Informationen haben. Der häufig geringe Wert der bereitgestellten Informationen schränkt diese „Nutzungsfreude“ offenbar kaum ein. Den Anbietern solcher Community-Plattformen, die sich vor allem auf die Vorzüge der Nutzungskonzepte und der dazugehörigen Werkzeuge konzentrieren, stehen die klassischen Anbieter von medialen Inhalten gegenüber. Dies können etwa die Musik-, Buch- und Zeitungsverlage oder die Filmvertriebe aber auch Unternehmen sein, die sich auf die Aufbereitung und Bereitstellung fachspezifischer Informationen spezialisiert haben, etwa juristische, medizinische oder technische Fachdatenbanken oder Anbieter von sicherheitskritischen Informationen für den Katastrophenschutz. Ihnen ist gemeinsam, dass sie den Wert der von ihnen angebotenen Informationen in den Vordergrund stellen und entsprechend zur Sicherung der Qualität dieser Informationen meist erheblichen Aufwand betreiben. In einigen Fällen übernehmen die Anbieter solcher Informationen

sogar bis zu einem gewissen Grad die Gewähr für die Richtigkeit der bereitgestellten Informationen.

Die Verbindung solcher werthaltigen Informationen mit den sich verbreitenden einfach bedienbaren Werkzeugen des Web 2.0 ist allerdings bisher erst an einigen Stellen geglückt, so dass ausgerechnet der Zugriff auf die Informationen, die für die Nutzer von besonders großem Interesse sind, häufig noch nicht mit der eigentlich möglichen Einfachheit und Effizienz gelingt, die mit den Werkzeugen und Methoden des Web 2.0 grundsätzlich möglich wäre.

Diese Lücke zwischen den verfügbaren hochwertigen Informationen auf der einen und den ebenso verfügbaren einfach nutzbaren Werkzeugen für den Umgang mit Informationen auf der anderen Seite betrifft dabei nicht nur die private Nutzung. Wertvolle Informationen werden in jedem Unternehmen erzeugt, und ihre optimale Verteilung an die richtigen Mitarbeiter und Systeme gehört gegenwärtig zu den größten Herausforderungen eines jeden Unternehmens sowie der jeweiligen IT-Dienstleister. Das betrifft einerseits die Organisation von Informationen und das Management von Wissen innerhalb einzelner Unternehmen, darüber hinaus aber auch das Verhältnis zu Kunden und Partnern sowie die ganze Bandbreite der unternehmensinternen und unternehmensübergreifenden Arbeitsprozesse. Die Technologien zur Bereitstellung und Nutzung von Informationsdiensten berühren deshalb auch Fragen der Unternehmenskultur und der strategischen Positionierung.

Auch im öffentlichen Bereich bestehen zahlreiche Potenziale für die optimierte Bereitstellung und Nutzung von Informationen mit Hilfe von Internetdiensten. Dies betrifft etwa:

- ▶ das Krisen- und Katastrophenmanagement, beispielsweise durch die Bereitstellung von Umweltinformationen oder die Kommunikation der Akteure im Einsatz,
- ▶ das Gesundheitswesen, beispielsweise durch den Austausch von Informationen im Rahmen einer Patientenbehandlung oder die Zusammenführung von Informationen im Bereich der klinischen Forschung,

- ▶ die öffentliche Verwaltung, beispielsweise in der Bereitstellung öffentlicher Daten an die Bürger und umgekehrt die Bereitstellung von Informationen durch die Bürger für die entsprechenden Verwaltungseinheiten,

um nur einige Beispiele zu nennen.

Allerdings können die im Privatbereich erfolgreichen Dienste-Konzepte nicht einfach auf die Wirtschaft und den öffentlichen Sektor übertragen werden. Viele der Dienstekonzepte im Umfeld des Web 2.0 erlangen ihre einfache Nutzbarkeit durch Einschränkungen bei der Qualitätskontrolle, der Sicherheit, der Kontrollierbarkeit und letztlich auch der Abrechenbarkeit ihrer Nutzung. Der Verzicht auf diese Sicherheits- und Steuerungsaspekte ist ein wichtiger Grund dafür, dass diese Dienste effizient und breit genutzt werden.

Was im Privatbereich zu Gunsten eines entstehenden Nutzens oft toleriert werden kann, bildet für den Einsatz in Unternehmen, in Kliniken und öffentlichen Verwaltungen allerdings eine klare, nicht zu überschreitende Hemmschwelle.

### Möglichkeiten nutzen

Um die Erfolgskonzepte, die sich in den vergangenen Jahren im Internet etabliert haben, aus der überwiegend privaten Nutzung nun auch in unternehmenskritischen Bereichen und in öffentlichen Einrichtungen nutzbar zu machen, muss deshalb erst eine ganze Kaskade von Vorarbeiten geleistet werden. Sicherheitskonzepte und -technologien müssen ebenso entwickelt werden wie Analysemethoden und -technologien für die Qualitätssicherung von Informationen. Bei der Zusammenführung von heterogenen Datenbeständen müssen Konzepte für die übergreifende Beschreibung der verschiedenen Datenstrukturen gefunden werden, und in Anbetracht der stark wachsenden und unstrukturierten Datenmengen müssen diese Konzepte sich bei der Zusammenführung weitestgehend automatisch anwenden lassen, ohne dabei die Verbindlichkeit der neu erzeugten Datenbestände zu beeinträchtigen.

Das setzt auch die Einführung und Durchsetzung technischer Standards voraus, die die organi-





sationsübergreifende Kommunikation der Systeme unterstützen. Und weil das Zusammenspiel von Informationslieferant, Softwareanbieter, Systembetreiber und Nutzer sich vollkommen neu ordnet, werden auch neue Betriebs-, Geschäfts- und Gewährleistungsmodelle für die Nutzung solcher Dienste benötigt.

Blickt man in die nahe Zukunft, so ergeben sich weitere Szenarien, die über die Dienstekonzepte des Web 2.0 noch deutlich hinausgehen und deren Potenziale insbesondere im wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereich liegen.

Mobile Endgeräte, allen voran die sogenannten Smartphones, verfügen beispielsweise nicht nur über eine ständige Verbindung zum Internet, sie können auch jederzeit den Standort ihres Nutzers ermitteln, verwalten dessen Kalender, das Adressbuch und zunehmend auch seine E-Mail-Postfächer. Die Informationen, die auf einem solchen Endgerät über den Nutzer zusammengeführt werden, lassen sich nutzen, um präzise auf diesen Nutzer zugeschnittene Informationen, Produktangebote oder andere Dienste bereitzustellen.

Ein weiterer Trend besteht darin, Gegenstände mit Zusatzinformationen auszustatten, beispielsweise über die Ermittlung der aktuellen Position eines Gegenstands mit Hilfe von RFID-Chips. In diesem Bereich sind in jüngster Vergangenheit Dienste vor allem im Bereich der Logistik entstanden, potenziell können „die Dinge“ aber auch weitere Auskünfte über sich geben, die beispielsweise für Verbraucher oder in der Produktion von Bedeutung sein können. Maschinen können Auskunft über ihren Wartungszustand über das Internet bereitstellen und von einem entsprechenden Dienst bzw. Dienstleister überwacht werden. Die Entstehungsgeschichte eines Schweineschnitzels kann über entsprechende Sensoren kontinuierlich dokumentiert und dem Verbraucher während des Einkaufs bereitgestellt werden. Personen mit einem Herzinfarkt-Risiko können nicht nur zuhause, sondern auch im Straßenverkehr kontinuierlich überwacht, ggf. rechtzeitig über Auffälligkeiten der eigenen Vitalfunktionen informiert und im Ernstfall schneller und besser medizinisch versorgt werden. Während die Gegenstände (bzw. die mit ihnen verbundenen Chips, Sensoren oder Mini-Computer) allerdings lediglich Daten kommunizieren, sind es Dienste im Internet, die diese Daten in eine gezielte Nutzung bringen und ihnen dadurch erst ihren Wert geben.

Neben der Einbindung einzelner Komponenten in das Internet lässt sich an verschiedenen Stellen eine weitere Verschmelzung von Infrastrukturen und Systemen mit dem Internet beobachten. Die herkömmliche Festnetztelefonie ist beispielsweise heute schon weitgehend abgelöst durch die Telefonie über das Internet, auch wenn das für die Endverbraucher nicht immer ersichtlich ist. Auch der Empfang von Fernseh- und Radiosendern ist längst über das Internet möglich, während im Umkehrschluss die Kabelnetzbetreiber Internetzugänge über ihre bestehenden Infrastrukturen anbieten. In Zukunft wird das Internet aber auch technische Systeme mit beeinflussen, die üblicherweise nicht zu Informations- und Kommunikationssystemen gehören, etwa die Energieversorgung. Hier lässt sich beispielsweise die dezentrale Einspeisung kleiner Energielieferanten mit Hilfe von Internetdiensten koordinieren, der Stromverbrauch intelligent steuern sowie die Energieproduktion und der Energieverbrauch aufeinander abstimmen.

Das Internet, wie wir es bisher kennen, lässt sich vor allem als eine weitestgehend unstrukturierte Sammlung von Daten und Informationen charakterisieren. Die Datenflut, die im Internet zur Verfügung steht, wird exponentiell weiterwachsen durch neue mobile Nutzungsformen, durch Gegenstände, die zu Informationslieferanten werden, und durch Infrastrukturen, deren Systeme mit dem Internet verschmelzen.

Die entscheidende Herausforderung für das künftige Internet besteht darin, diese babylonische Datenflut nutzbar zu machen. Der Weg dahin führt über die Etablierung von Diensten, die über die Grenzen der heutigen Datensilos hinweg versuchen, die jeweils für eine bestimmte Aufgabe notwendigen Informationen und Prozesse bereitzustellen und auszuführen. Der Charakter des Internets wandelt sich damit von einem Internet der Daten und Informationen zu einem Internet der Dienste.

### THESEUS und die THESEUS-Begleitforschung

Das Forschungsprogramm THESEUS des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie widmet sich in sechs exemplarischen Anwendungsszenarien den Herausforderungen, die im Zuge dieses grundlegenden Umbruchs zu bewältigen sind. Durch diese Forschungsarbeiten zum Internet der Dienste sollen Methoden und Technologien bereitgestellt werden, die es Deutschland ermöglichen, eine führende Rolle bei der Mitgestaltung des zukünftigen Internets einzunehmen.

Die Begleitforschung zum THESEUS-Programm hat unter anderem die Aufgabe, die Forschungsthemen des THESEUS-Programms einer breiten Öffentlichkeit vorzustellen und zugänglich zu machen. In der vorliegenden Broschüre geschieht das dadurch, dass ein Überblick über die wesentlichen Merkmale, die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen dessen dargestellt wird, was den Kern des THESEUS-Programms ausmacht: Das Internet der Dienste.

Weitere Ergebnisse der THESEUS-Begleitforschung, insbesondere zu internationalen Forschungsvorhaben und Entwicklungsinitiativen, die im Kontext des THESEUS-Programms relevant sind, finden Sie online unter <http://www.theseusprogramm.de/theseus-begleitforschung>.

## 2 Dienste im Internet



Seit es das Internet gibt, werden dort auch Dienste angeboten. Telnet, einer der ersten Internetdienste, ermöglicht es Nutzern seit den 1970er Jahren, mit einem Telnet-Client-Programm über das Telnet-Protokoll auf den Telnet-Server eines entfernten Rechners zuzugreifen, um dessen Ressourcen nutzen zu können. Einige Jahre später entwickelte sich der E-Mail-Dienst: Nutzer konnten in einem E-Mail-Client-Programm Nachrichten verfassen, über das SMTP-Protokoll an einen E-Mail-Server versenden und über das POP- oder das IMAP-Protokoll von einem E-Mail-Server abrufen.

Das Grundmuster von Internetdiensten ist dabei immer wieder dasselbe: Der Anbieter des Dienstes betreibt auf seinem Server eine Software, die über definierte Kommandos Informationen mit einer Software auf dem Client-Rechner des Nutzers austauschen kann. Die Summe der verfügbaren Kommandos bildet dabei das zugrunde liegende Protokoll, dessen Standardisierung es ermöglicht, unterschiedliche Implementierungen sowohl der Server- als auch der Client-Software vorzunehmen, die über das gemeinsam verwendete Protokoll miteinander kommunizieren können.

### Die Anfänge der Internetdienste

Auch das World Wide Web (WWW) war zunächst nur ein Dienst, der sich neben anderen im Internet herausgebildet hat. Der Nutzer fordert aus seinem Client-Programm (Webbrowser) über das „Hypertext Transfer Protocol“ (HTTP) eine Ressource auf einem Webserver an und lässt sich die Ausgabe des Servers in seinem Browser darstellen. Die im Verhältnis zu anderen Internetdiensten besonders einfache Bedienung des WWW hat in kurzer Zeit große Nutzerkreise angesprochen, in deren Wahrnehmung das Internet und das World Wide Web weitestgehend identisch waren.

Verstärkt wurde diese Wahrnehmung, als sich 1996 die ersten Webmail-Dienste etablierten, Webseiten also, über die E-Mails empfangen und versendet werden konnten. Mit Ihnen begann eine Phase, in der immer mehr der bestehenden Internetdienste über das WWW nutzbar und so einer breiten Masse von Nutzern zugänglich gemacht wurden. Dazu zählen etwa das UseNet oder der Dateiaustausch via FTP.



Zunehmend wurden neben den webfähigen Nutzeroberflächen für bestehende Dienste auch eigenständige Web-Applikationen geschaffen. Chat-Dienste etwa wurden in der Regel vollständig neu implementiert (anstelle des früheren Internet Relay Chat), und auch die Diskussionsforen im Web emanzipierten sich technologisch und in der Nutzung schnell von den Restriktionen des vorherigen UseNet.

Neben diesen Anwendungen, die sich an bereits lange bestehende Internetdiensten anlehnten, wurden aber auch vollkommen neue Dienste für das WWW entwickelt, die Ende der 1990er Jahre den ersten großen „Internet-Boom“ einleiteten. Vor allem Volltextsuchmaschinen, Online-Kaufhäuser und Online-Auktionsplattformen sollten dabei tiefgreifende Auswirkungen auf die weitere Entwicklung des Internets haben.

### Dienste werden erwachsen

Mit der steigenden Komplexität der hinter den sichtbaren Webseiten laufenden Serveranwendungen wurden auch die Anforderungen an die Performanz, Sicherheit, Zuverlässigkeit und Interoperabilität von Web-Diensten gesteigert. Dies gilt insbesondere auch, da inzwischen neben dem Austausch von Informationen zunehmend Geschäfte und Finanztransaktionen über die Dienste und das WWW realisiert wurden.

Um die Jahrtausendwende wurde deshalb eine ganze Familie von Protokollen und Beschreibungssprachen entwickelt, die den Datenaustausch zwi-

schen verschiedenen Anwendungen standardisieren sollten. Eine der bekanntesten Beschreibungssprachen in diesem Zusammenhang ist die „Web Service Description Language“ (WSDL), die 2001 vom W3C in einer ersten Version verabschiedet wurde.

WSDL liefert einen Standard, mit dem die einzelnen Funktionen, die in einer webfähigen Anwendung enthalten sind, verschiedenen potenziellen Client-Anwendungen zur Verfügung gestellt werden können. Ein solcher Standard ermöglicht eine neue Arbeitsteilung in der Entwicklung von Web-Diensten: Client-Anwendungen, die z. B. im Webbrowser ablaufen, können nun auf einzelne Funktionen aus verschiedenen Serveranwendungen zugreifen. Diese Entkopplung von Client- und Serverkomponente ermöglicht zugleich, dass verschiedene Arten von Client-Anwendungen auf verschiedene Arten von Endgeräten auf denselben Serverkomponenten zugreifen.

WSDL ist allerdings in ihrem Sprachumfang sehr begrenzt und erlaubt lediglich die Beschreibung einer kleinen Menge technischer Parameter. Dazu zählen die Adresse, unter der die Serveranwendung erreichbar ist sowie die Namen und Datentypen der möglichen Ein- und Ausgabeparameter aller Funktionen, die durch diese Anwendung bereitgestellt werden. Aus dieser kleinen Menge an Informationen allein lässt sich nicht einmal zuverlässig ableiten, welche Art von Dienst sich hinter der WSDL-Beschreibung verbirgt. Auch Informationen über die Nutzungsbedingungen, die durch die Nutzung entstehenden Kosten, die Qualitätsmerkmale etc. werden in WSDL nicht erfasst. Das macht es in

der Praxis notwendig, den Großteil der wichtigen Informationen außerhalb der eigentlichen Dienste in zusätzlichen Dokumenten abzulegen, etwa in meist unstrukturierten Texten auf dokumentierenden Webseiten.

In THESEUS wird deshalb mit der Entwicklung der „Universal Service Description Language“ (USDL) der Versuch unternommen, alle Informationen, die im Nutzungszyklus von Internetdiensten benötigt werden, in einem einheitlichen strukturierten Format zu beschreiben, das perspektivisch geeignet ist, WSDL als führende Dienstbeschreibungssprache abzulösen. Auf Basis von USDL ließen sich erstmals Anwendungen entwickeln, die aus einer Menge angebotener Dienste die für einen bestimmten Zweck geeigneten automatisch auswählen, den Nutzer und den Anbieter beim Vertragsabschluss unterstützen und im Anschluss die Ausführung der genutzten Dienste steuern und überwachen.

### Software as a Service

Großen Einfluss auf die weitere Entwicklung hatte die Nutzung von WSDL und der dazu verwandten Technologien durch ein amerikanisches Online-Kaufhaus. Das Unternehmen stellte zu Beginn des neuen Jahrtausends nicht nur seine interne Software auf WSDL-beschriebene Webservices um, sondern bot eine Reihe der intern verwendeten Serverdienste auch externen Interessenten zur Nutzung an. Damit konnten auch kleine Unternehmen und Privat-anwender Softwaredienste für die Abwicklung von Bestell-, Bezahl- und Logistikprozessen verwenden, die sie in dieser Leistungsfähigkeit bis dahin nicht wirtschaftlich hätten finanzieren und betreiben können. Für den Anbieter dieser Dienste rechnete sich das Angebot ebenfalls: Er musste seine internen Systeme ohnehin größer auslegen, als es seinem regelmäßigen Bedarf entsprach, etwa um Spitzen im Weihnachtsgeschäft auffangen zu können. Über die kostenpflichtige Bereitstellung seiner Infrastrukturen an weitere Kunden konnte er diese meistens brachliegenden Ressourcen wirtschaftlich nutzen. In der Folge wurden nach diesem Prinzip auch weitere Ressourcen der internen Infrastrukturen über Softwareschnittstellen bereitgestellt, darunter Rechenleistung, Netzwerkanbindungen und Plattenplatz.

Während dieser Online-Händler seine IT-Dienstleistungen als Nebenprodukt seines Kerngeschäfts angeboten hatte, spezialisierten sich in der Folge immer mehr Unternehmen darauf, verschiedene IT-Ressourcen gegen Entgelt als Softwaredienste anzubieten. Vornehmlich betraf das zunächst Standardsoftware, etwa für die Buchhaltung, das Customer Relation Management (CRM) oder die Warenlogistik. In der Zwischenzeit wird nahezu die gesamte Bandbreite an IT-Anwendungen und an IT-Ressourcen auch als Service angeboten.

Für den Nutzer ergeben sich aus „Software as a Service“ (SaaS) eine Reihe von Vorteilen: So kann Software nach Bedarf gemietet und abgerechnet werden und führt nicht wie im herkömmlichen Lizenzierungsmodell zu hohen Initialkosten für die Beschaffung der Lizenz. Auch die Implementierung und Aktualisierung der Software im Unternehmen wird maßgeblich erleichtert, und die Realisierungszyklen hierfür werden drastisch verkürzt. Die Anpassung der Software an den eigenen Bedarf kann gegebenenfalls auf Grund der Vielzahl der Internetdienste stark vereinfacht und kostengünstiger gestaltet werden. Weiterhin können unterschiedlichste Endgeräte auf die Dienste zurückgreifen. Insbesondere mittelständische Unternehmen können hiervon profitieren.

Allerdings ist die SaaS-Nutzung auch mit Nebeneffekten verbunden, die bei einem Wechsel oder bei einer zusätzlichen Nutzung unbedingt zu berücksichtigen sind. Anwendungen, die auf Internetdiensten basieren, erfordern naturgemäß auch einen sicheren Internetzugang und sind daher in einigen Situationen zurzeit noch nicht verlässlich verfügbar. Der Ausbau des mobilen Breitband-Internets alleine kann nur eine Seite dieser Anforderung erfüllen. Gleichzeitig werden aber gegebenenfalls sensible Daten über das Internet ausgetauscht und dabei auf in der Regel dem Nutzer unbekanntem Servern dauerhaft oder wenigstens temporär gespeichert. Dieses Risiko bremst zurzeit noch die Nutzung von Internetdiensten im Geschäftsumfeld und bedarf einer Lösung durch Forschung und Entwicklung.



### Von SaaS zum Cloud Computing

Die Verfügbarkeit von standardisierten Schnittstellen für den Zugriff auf IT-Dienste macht es möglich, verschiedene Dienste verschiedener Dienstleister in einer integrierten Anwendung in Anspruch zu nehmen. Aus Anwendersicht ist dabei häufig nicht zu ersehen, welche der verwendeten Ressourcen von welchem Anbieter bereitgestellt wird und noch weniger, wo die einzelnen Ressourcen tatsächlich liegen. Statt auf Anwendungen, Speicherplatz und Daten auf dem lokalen Rechner oder im lokalen (Unternehmens-)Netzwerk zuzugreifen, arbeitet der Nutzer von Softwarediensten in einem Raum, der sich nicht präziser begrenzen lässt, als „im Internet“. Und weil das Internet in entsprechenden Architekturskizzen üblicherweise durch ein Wolkensymbol gekennzeichnet wird, werden die Bereitstellung und Nutzung von Softwarediensten inzwischen als „Cloud Computing“ bezeichnet.

Cloud Computing fasst dabei die ganze Bandbreite von dienstebasierten IT-Ressourcen sowie die Methoden zu deren koordinierter Nutzung in einem Begriff zusammen. Granular werden dabei üblicherweise folgende Schichten unterschieden:

- ▶ Nutzung von Rechenleistung und von Speicherplatz in der Cloud (Infrastructure as a Service (IaaS))
- ▶ Nutzung von Anwendungsumgebungen in der Cloud (Platform as a Service (PaaS))
- ▶ Nutzung von Softwareanwendungen in der Cloud (Software as a Service (SaaS))

In der Summe hat es sich auch eingebürgert, von XaaS-Angeboten (Everything as a Service) zu sprechen, die in ihrer Summe sämtliche Dienstformen des Cloud Computing umfassen.



### 3 THESEUS und das „Internet der Dienste“



Als das THESEUS-Programm 2007 seine Arbeit aufnahm, hatten sich die verschiedenen XaaS-Angebote zwar bereits etabliert, der Begriff „Cloud Computing“ war aber noch unbekannt. Die Erforschung von „Technologien für das Internet der Dienste“, der sich die Partner im THESEUS-Programm widmen, adressiert dementsprechend nicht nur – und nicht alle – Themen, die im Umfeld des Cloud Computing relevant sind, sondern prägt eine eigenständige Forschungsagenda, die gleichwohl an vielen Stellen die Forschungen zum Cloud Computing berührt.

Im Zentrum der Forschungen zum Internet der Dienste steht die Frage, wie vorhandene und künftige Dienste im Internet „gehandelt“ werden können. Das mag zunächst unspektakulär klingen, bringt aber eine ganze Reihe spektakulärer Herausforderungen – und Möglichkeiten – mit.

Handel zu betreiben, zieht als Konsequenz Anforderungen an die Zuverlässigkeit, Sicherheit und Verbindlichkeit der Abläufe nach sich, für die das Internet bisher nicht sonderlich bekannt ist. Auch die bislang im Internet verfügbaren elektronischen Dienste liefern zwar häufig wertvolle Unterstützung

bei der Suche nach Informationen oder der Verwaltung von Prozessen. Eine Gewähr für störungsfreie, sichere und korrekte Prozessabläufe und Informationen übernimmt aber kaum ein Anbieter solcher Dienste im Internet.

Für die reine Privatnutzung von Onlinediensten mögen solche Einschränkungen in vielen Fällen hinnehmbar sein. Internetdienste werden aber zu einem beträchtlichen Teil auch im Arbeitsumfeld verwendet. Das betrifft wissenschaftliche und journalistische Recherchen ebenso wie die Planung und Abwicklung von Entwicklungs- und Logistikprozessen in Industrie und Wirtschaft. Fehlinformationen können in solchen professionellen Bereichen ebenso empfindliche Schäden nach sich ziehen, wie Fehler in den genutzten Anwendungsdiensten oder Störungen in den genutzten Dienstinfrastrukturen.

Die Vision vom Internet der Dienste ist daher darauf ausgerichtet, die Möglichkeiten, die das Internet heute bietet, so weiterzuentwickeln, dass die Vorzüge von Internettechnologien, aber auch von im Internet verfügbaren Daten auch in professionellen Anwendungsfeldern eingesetzt werden können, ohne dabei unzulässige Risiken einzugehen.



### Dienste im Internet der Dienste

Am Anfang der 1990er Jahre wurde die „Informationslogistik“ als IT-Forschungsfeld eingeführt, die sich zum Ziel setzte, „die richtige Information zum richtigen Zeitpunkt an den richtigen Ort zu bringen“. Dabei rückt die Informationslogistik neben der grundsätzlichen Verfügbarkeit von Informationen auch die Frage ins Zentrum, wie der aktuelle Informationsbedarf eingegrenzt werden kann und auf welche Weise diese Informationen dem Nutzer optimal zugestellt und präsentiert werden können. Die Informationslogistik zielt also nicht nur darauf ab, Nutzer mit Informationen zu versorgen, sondern auch darauf, zu einem bestimmten Zeitpunkt nutzlose Informationen auszublenden. Die Idee von einem „Semantischen Web“, die im World Wide Web Consortium (W3C) fast zehn Jahre später formuliert wurde, stellt sich exakt derselben Herausforderung, nur dass sich das Dilemma einer Überfülle an verfügbaren Datenhaufen, in denen sich irgendwo die sprichwörtlichen Stecknadeln von aktuell wichtigen Informationen befinden, im Zeitalter des Internets und im Zeitalter preiswerter Datenträger um ein Vielfaches verschärft hat. Heute ist es kaum noch einem Privatanwender möglich, seine eigens gesammelten Daten auf dem eigenen Computer so zu organisieren, dass er jederzeit findet, was er gerade benötigt. In Unternehmensnetzwerken, in denen nicht nur mehr Nutzer, sondern auch mehr –

und sehr verschiedene – Datenquellen mit teilweise komplexen Zugriffsregeln existieren, potenziert sich dieses Dilemma. Und das Internet ist zwar für die schnelle weltweite Informationsverteilung berühmt geworden, ließe sich aber bei genauerem Hinsehen auch als Ruhestätte vergessener – obwohl häufig werthaltiger – Daten charakterisieren.

In Unmengen von Daten die zu einem bestimmten Zeitpunkt benötigten Informationen suchen zu müssen, ist ineffizient. In der Praxis ist kaum ein Anwender überhaupt daran interessiert, irgendwelche Informationen zu suchen, sondern daran, einen bestimmten Arbeitsprozess zu erledigen. Solche Arbeitsprozesse können sehr verschieden sein, etwa:

- ▶ das Erstellen einer wissenschaftlichen Arbeit,
- ▶ das Erstellen eines Angebots für eine technische Anlage,
- ▶ das Erstellen einer medizinischen Diagnose,
- ▶ die Planung und Buchung einer Fernreise,
- ▶ die Abwicklung eines Schadensfalls

etc.

Für jeden solchen Arbeitsprozess lassen sich wichtige Informationen im Internet oder in Unternehmensintranets finden. Im Internet der Dienste ist aber nicht die Unterstützung bei der Suche nach diesen Informationen vorrangig, sondern die Unterstüt-

zung bei der Erledigung des Arbeitsprozesses. Der Unterschied soll in wenigen Beispielen transparent gemacht werden. Sie stellen einige exemplarische Dienste dar, die durch die Forschungen im THESEUS-Programm künftig ermöglicht werden sollen:

- ▶ Ein Dienst, der einen Redakteur in einer Fernseh-anstalt bei der Materialauswahl für einen Beitrag unterstützt, könnte alle verfügbaren Filmsequenzen zu einem bestimmten Thema ermitteln und dabei noch vor der Sichtung durch den Redakteur die jeweils auftretenden Personen, deren Redebeiträge und die Qualität des Filmmaterials hinsichtlich der Sendefähigkeit aufführen. Ein solcher Dienst könnte auch bereits im Rechercheprozess überprüfen, ob die Senderechte vorliegen, um ggf. Ersatzmaterial vorzuschlagen oder das Einholen der Rechte zu initiieren.
- ▶ Ein Dienst, der die Erstellung eines Angebots für eine technische Anlage unterstützt, könnte zunächst auf Grundlage einer kurzen Zweckbeschreibung im lokalen Datenbestand nach früheren Angeboten für Anlagen mit demselben oder einem ähnlichen Zweck suchen und diese dem betreffenden Mitarbeiter verfügbar machen. Er könnte auf Basis früherer Angebote Kollegen des Mitarbeiters ermitteln, die mit dieser Art von Anlagen vertraut sind. Er könnte eine passende Dokumentvorlage mit den obligatorischen Textbausteinen vorbefüllen und aufgrund der im Angebot aufgeführten Komponenten eine Aufwands- und Kostenschätzung vornehmen und als Vorlage in das Dokument aufnehmen.
- ▶ Ein Dienst der bei der Erstellung einer medizinischen Diagnose unterstützt, könnte einen Patientenbefund mit anderen Befunden in einer Datenbank vergleichen und dem Arzt ähnliche Befunde samt der von Kollegen erstellten Diagnosen und durchgeführten Behandlungen bereitstellen, was vor allem bei seltenen Befunden hilfreich sein kann. Ein solcher Dienst sollte dann auch neue Befunde, Diagnosen und Behandlungen erfassen und anonymisiert in der Datenbank ablegen.
- ▶ Ein Dienst, der bei der Planung und Buchung einer Fernreise unterstützt, könnte auf Grund des Zwecks der Reise und der Vorlieben der Reisenden die besten Verkehrsverbindungen, Übernachtungsmöglichkeiten etc. ermitteln, die notwen-

digen Buchungen vornehmen, ggf. sinnvolle Reiseversicherungen und Impfungen vorschlagen und eine Checkliste für die Reisevorbereitungen erstellen und überwachen.

- ▶ Ein Dienst, der bei der Abwicklung eines Schadensfalls unterstützt, könnte den geschädigten Versicherten bei der Meldung des Schadensfalls unterstützen, der Versicherung Vorschläge für den günstigsten Dienstleister zur Beseitigung des Schadens unterbreiten und die Schadensabwicklung dokumentieren.

Gemeinsam ist all diesen exemplarischen Diensten, dass sie zwar Gebrauch von Daten im Internet und in lokalen Intranets machen, den Nutzer aber vom zeitintensiven Vorgang der Informationssuche entlasten und stattdessen proaktiv die Informationen bereitstellen, die in einem bestimmten Moment des Nutzungsprozesses benötigt werden.

Eine umfassende Beschreibung der bearbeiteten Anwendungsszenarien finden Sie auf der Webseite des THESEUS-Programms unter <http://www.theseus-programm.de>.

### Technologien für das Internet der Dienste

Um Dienste wie die oben skizzierten realisieren zu können, werden Technologien benötigt, die heute noch nicht oder nicht im benötigten Leistungsumfang existieren. Das betrifft insbesondere die sogenannten „Semantischen Technologien“, mit denen es Anwendungen ermöglicht werden soll, die in einem bestimmten Kontext wichtigen Informationen von den in diesem Kontext unwichtigen Informationen zu unterscheiden. In diesem Sinne umfasst der Komplex der semantischen Technologien zumindest drei Teile, nämlich zum ersten die Erzeugung von strukturierten Informationen aus unstrukturierten Daten, zum zweiten eine Organisation dieser Informationen, die es ermöglicht, in ihnen effizient die benötigten von den nicht benötigten zu unterscheiden und zum dritten Möglichkeiten, den aktuellen Bedarf eines Nutzers zu ermitteln. In der Summe sollen Computer damit in die Lage versetzt werden, die Bedeutung von Daten und Interaktionen zu erkennen, um adäquat auf den Nutzer reagieren zu können.

### Erzeugen von Metadaten

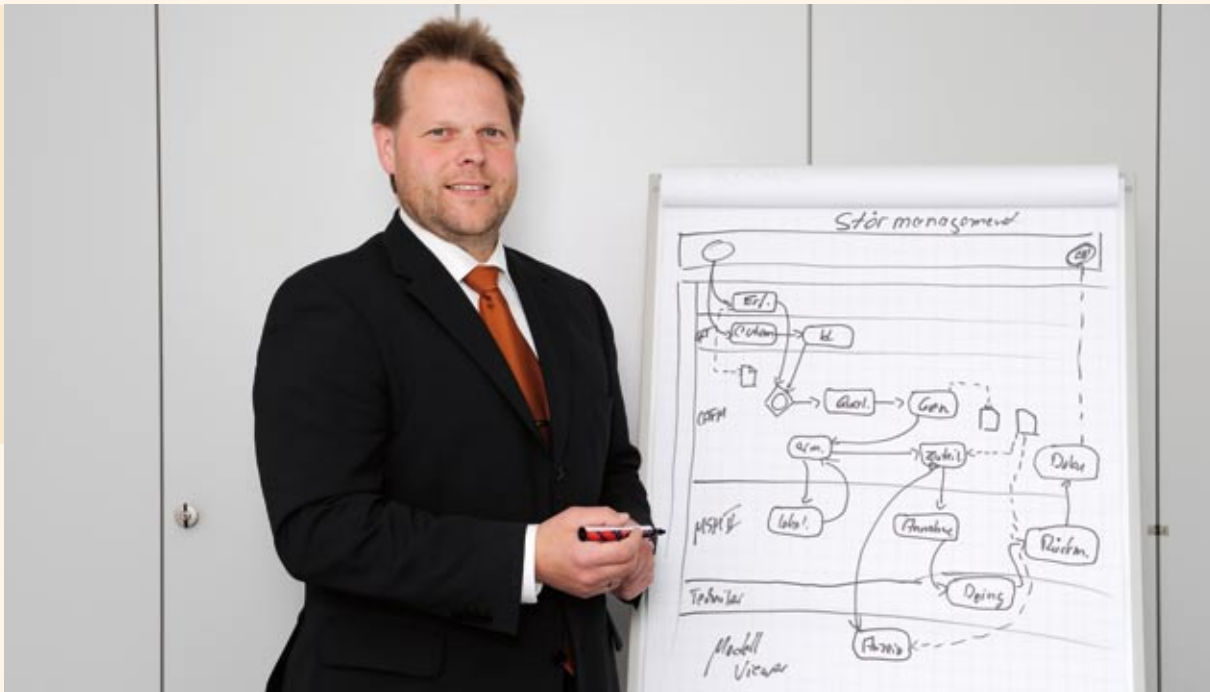
Die große Menge an potenziell relevanten Daten macht es unmöglich, zum Zeitpunkt einer Informationssuche jede einzelne dieser Quellen erst auf ihre Relevanz hin zu überprüfen. Deswegen werden große Datenbestände bereits im Vorfeld von Suchanfragen analysiert, um strukturierte Metadaten aus ihnen abzuleiten, in denen dann die eigentliche Suche stattfinden kann. Die heute etablierten Volltextsuchmaschinen eliminieren dazu in der Regel zunächst die sogenannten „Stopwords“ aus den analysierten Daten, also Artikel, Konjunktionen, Präpositionen etc. und verwenden lediglich die verbleibenden Elemente bei der Organisation der Metadaten. Ein auf diese Weise rein mit statistischen Methoden erzeugter Datenbestand ermöglicht allerdings schon auf Grund der fehlenden Daten keine Suche nach Kausal- oder Temporalzusammenhängen. Bereits auf dieser grundlegenden Ebene der Extraktion von Informationen werden deshalb für das Internet der Dienste Algorithmen entwickelt, die nicht nur Schlüsselworte und Phrasen aus Texten extrahieren, sondern auch die Relationen der durch diese Worte bezeichneten Gegenstände für die spätere Verwendung ableiten. Vergleichbare „Extraktoren“ werden auch für die Erzeugung von Metadaten aus multimedialen Inhalten benötigt. Durch die Kombination aus Farb-, Kontur-, und Kontrasterkennung lässt sich etwa in vielen Fällen die Art von Objekten bestimmen, die in Bildern oder Videodateien enthalten sind. Gerade im Verbund mit einer Audioanalyse lassen sich so etwa verhältnismäßig zuverlässig alle Stellen eines Videos ermitteln, in denen eine bestimmte Person auftritt – und sich zu einem bestimmten Thema äußert. Audiodateien lassen sich mit solchen Extraktoren auf die in ihnen gesprochenen Inhalte oder – im Falle von Musik – auf die Art der Instrumentierung, den Rhythmus etc. hin untersuchen. Die Möglichkeiten der Informationsgewinnung durch solche Extraktoren gehen also weit über die Möglichkeiten der heute üblichen manuellen und entsprechend zeit- und kostenintensiven Annotation hinaus. Zugleich ist die Verwendung solcher Extraktoren aber auch tückisch. Eine vertikale Kontur in einem Bild kann etwa ein Hinweis auf eine Hausmauer sein, ebenso gut aber ein Hinweis auf einen Kratzer in der Bildvorlage. Die Herausforderung für die Entwick-

ler solcher Extraktoren besteht deshalb darin, für jeden Anwendungsfall die richtige Kombination von Extraktoren zu finden und die Wahrscheinlichkeit für verschiedene mögliche Interpretation richtig zu gewichten.

Im Rahmen des THESEUS-Programms werden solche Extraktoren für eine Reihe sehr verschiedener Anwendungsszenarien entwickelt und optimiert. Einen Schwerpunkt bilden dabei Extraktoren, die im Nachgang der Digitalisierung analog vorliegenden Materials wertvolle Daten für die spätere Anreicherung mit Metadaten bereitstellen. Im Falle von Videomaterial betrifft das beispielsweise die Erkennung von Szenen und Kameraeinstellungen, die Wiedererkennung von Personen oder die Erkennung eingeblendeter Texte, Sender- und Markenlogos. Schon auf Grundlage solcher Informationen lässt sich eine Fülle an Metainformationen über das digitalisierte Material erzeugen, die dann später von Anwendungen für die Suche nach bestimmten Materialien genutzt werden kann. Bisher werden solche Informationen manuell von Archivaren und Redakteuren eingegeben, was langwierig und entsprechend kostspielig ist, weshalb in der Regel heute nur eine verhältnismäßig kleine Menge der Metadaten erfasst und bereitgestellt wird. Mit Hilfe der in THESEUS entstehenden Technologien können solche Metadaten automatisch erzeugt werden. Neben Medienarchiven, die vor allem von Rundfunkanstalten betrieben werden, wird auch die „Deutsche Digitale Bibliothek“ (DDB) ein wichtiges Einsatzgebiet für solche Technologien sein. Die DDB befindet sich derzeit im Aufbau und soll in wenigen Jahren den zentralen Zugriff auf die digitalen Bestände der ca. 30.000 Kultur- und Wissenschaftseinrichtungen in Deutschland ermöglichen. Die auf diesem Weg zusammengeführte Menge an Büchern, Zeitschriften, Bildern etc. lässt sich manuell nicht mehr sinnvoll verschlagworten. Ohne eine automatische Verschlagwortung kann eine derartige Informationssammlung aber kaum sinnvoll genutzt werden.

Weitere Anwendungsszenarien, für die in THESEUS Extraktoren entwickelt werden, beschäftigen sich beispielsweise mit der Analyse radiologischer Abbildungen in der Medizin oder mit der Identifizierung chemischer Strukturformeln in entsprechenden Fachtexten.





### Organisation von Metadaten

Die Verbesserung der Metadatenerzeugung ist nur hilfreich, wenn die ermittelten Informationen hinterher auch nutzbar sind. Die heute weit verbreiteten relationalen Datenbanken setzen voraus, dass ihre Entwickler alle Arten möglicher Relationen zwischen den einzelnen Informationsobjekten zum Zeitpunkt der Erstellung der Datenbank kennen. Die oben beschriebenen Extraktoren sind aber darauf ausgerichtet, aus den analysierten Daten auch bisher unbekannte Relationen zwischen Objekten verfügbar zu machen. Relationale Datenmodelle können solche „überraschenden“ Erkenntnisse nicht verwendbar erfassen, weshalb für diesen Zweck sogenannte „Ontologien“ zum Einsatz kommen. In Ontologiesprachen wie „RDF“ oder „OWL“ lassen sich fast beliebig komplexe Relationen zwischen Informationsobjekten in fast beliebiger Granularität für die spätere Suche ablegen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die möglichen Arten von Objekten, Beziehungen und Eigenschaften vorab im notwendigen Umfang und in der notwendigen Granularität definiert werden. Die Güte dieser Definitionen ist ausschlaggebend dafür, welche Arten von Zusammenhängen später aus der befüllten Ontologie abgeleitet werden können. Je umfangreicher und

granularer sie erfolgt, desto aufwändiger wird die Suche in den erfassten Daten bis hin zu inakzeptablen Antwortzeiten. Wird die Ontologie aber schon konzeptionell zu grob und oberflächlich gefasst, werden auch die Ergebnisse, die in ihr gefunden werden können, unpräzise und unvollständig sein. Wie schon bei der Erstellung von Extraktoren zur Informationsgewinnung ist deshalb auch die Erstellung von Ontologien zur Verwaltung von Metadaten ein aufwändiger Prozess, der immer präzise auf den Anwendungsfall, also die Art der Informationen und die anvisierte Art der Nutzung, zugeschnitten sein muss.

Aber selbst die Nutzung optimal zugeschnittener Ontologien bleibt ein rechen-, speicher- und verwaltungsintensiver Prozess. Derzeit werden deshalb auch Technologien und Algorithmen entwickelt, die die Nutzung großer Ontologien bei begrenzten Speicherkapazitäten ermöglichen oder Abbruchbedingungen für die Suche in Ontologien unterstützen, um ein günstiges Verhältnis von Treffergenauigkeit und Wartezeit zu gewährleisten. Ein weiterer Ansatz, um den hohen Ressourcenbedarf beim Umgang mit Ontologien einzuschränken, besteht darin, aus den Ontologien nur die Daten zu extrahieren, die für den jeweiligen Anwendungsfall benötigt werden und diese wiederum in relationalen



Datenbanken abzulegen. Das erfordert aber einen regelmäßigen wechselseitigen Abgleich von Ontologien und Datenbanken, bei dem insbesondere die Konsistenz der Daten gewährleistet sein muss. Auch für diesen Ansatz werden derzeit sowohl die theoretischen Abbildungsmechanismen als auch deren praktische Umsetzung erforscht und erprobt.

Auch das Feld der Organisation von Metadaten bildet ein gemeinsames Thema aller Anwendungsprojekte im THESEUS-Programm. Das Anwendungsszenario PROCESSUS beschäftigt sich beispielsweise mit der Frage, wie Ingenieure bei der Konzeption einer komplexen Fabrikanlage bei der Angebotserstellung durch Softwaredienste unterstützt werden können. Die dafür entwickelte Anwendung ermittelt unter anderem mögliche Bauteile, die in einer solchen Anlage verwendet werden können und kumuliert auf Grundlage aller verwendeten Bauteile auch die geschätzten Gesamtkosten. Damit das möglich ist, benötigt diese Anwendung im besten Fall Informationen über jedes denkbare Bauteil, das im Maschinenbau zum Einsatz kommen könnte,

inklusive der jeweiligen Einsatzmöglichkeiten, Bezugsquellen und Preise. Das erfordert nicht nur den Aufbau einer enormen Datenbasis, sondern etwa auch die Erfassung verschiedener Bezeichnungen für baugleiche Teile verschiedener Hersteller. Solche auf komplexe Weise untereinander vernetzte Informationen lassen sich in herkömmlichen relationalen Datenmodellen nicht abbilden. Um eine Unterstützung von Entwicklungsprozessen auf diesem Niveau unterstützen zu können, müssen deshalb die theoretisch längst vorliegenden Konzepte für den Umgang mit großen Ontologien auch praxistauglich umgesetzt werden. Die dafür in THESEUS entwickelten Technologien sind dabei so modularisiert, dass sich die verschiedensten Anwendungsszenarien mit einer jeweils spezifischen Zusammenführung und Konfiguration der einzelnen Bausteine unterstützen lassen.

Weitere Informationen zu diesem Thema erhalten Sie auf den Seiten des THESEUS-Programms unter <http://www.theseus-programm.de/basistechnologien>.



### Ermittlung des Bedarfs

Der Bedarf eines Nutzers von Diensten lässt sich nur aus einer Vielzahl von Informationen ermitteln. Dazu zählen etwa die Informationen, in welchem Arbeitsprozess der Nutzer sich befindet, an welchem Schritt des Arbeitsprozesses er sich befindet, welche Ein- und Ausgabegeräte ihm zurzeit zur Verfügung stehen usw.

Voraussetzung für die Ermittlung des aktuellen Arbeitsprozesses ist allerdings, dass dieser Prozess selber dem genutzten Dienst überhaupt bekannt ist. Tatsächlich sind bisher nur verhältnismäßig wenige der täglich von Millionen von Anwendern ausgeführten Arbeitsprozesse auf eine Weise beschrieben, die Computern eine sinnvolle Unterstützung ermöglichen würde. Ein Feld, in dem solche Prozessbeschreibungen in hohem Maße vorliegen, ist etwa das Gesundheitswesen, in dem für die meisten Abläufe klar definiert ist, in welcher Reihenfolge sie zu erfolgen haben und von welchen Mitarbeitern sie durchgeführt oder genehmigt werden dürfen. Auch in der Finanz- und Versicherungswirtschaft liegen solche definierten Prozessmodelle für viele Abläufe in formalisierten Modellen vor. Aber schon in der Industrie werden viele Abläufe zumindest partiell regelmäßig „improvisiert“, Entscheidungswege sind nicht immer klar, und einzelne Arbeitsschritte werden erst überraschend notwendig.

Viele der heute verfügbaren Dienste wirken diesem Mangel an definierten Prozessen dadurch entgegen, dass sie jeweils nur einzelne potenzielle Prozessschritte unterstützen, die dann allerdings in einer großen Menge von Prozessabläufen benötigt werden. Das führt allerdings dazu, dass die Anwender selber aus einer Menge solcher atomarer Dienste jeweils die auswählen müssen, die sie für die Durchführung ihres Arbeitsprozesses in einer bestimmten Anordnung für geeignet halten. Dies bedeutet viel Zeit und Aufwand auf Seiten des Anwenders und setzt häufig zugleich voraus, dass der Anwender mögliche Einschränkungen in der Kompatibilität der einzelnen Dienste untereinander erkennen und ggf. umgehen kann.

Die Verfechter eines Internet der Dienste streben deshalb an, den Nutzer von dieser schwierigen

Aufgabe weitgehend zu entlasten. Dazu werden die Erforschung und Entwicklung der Technologien und Anwendungen in möglichst enger Zusammenarbeit mit einzelnen Anwendungspartnern aus der Industrie gemeinsam betrieben, so dass schon in der Forschungsphase praxisnahe Anwendungsszenarien bearbeitet werden können, aus denen sich dann auch immer wieder unternehmensübergreifende Prozessmodelle ableiten lassen, die sich dann durch eine durchgängige und untereinander kompatible – interoperable – Kette von einzelnen Diensten unterstützen lassen.

Aber selbst wenn der Arbeitsprozess definiert ist und die Dienste für seine Unterstützung in ausreichender Qualität verfügbar sind, ist der Nutzungskontext des Anwenders noch nicht klar bestimmt. Nutzer von Internetdiensten müssen heute nicht mehr zwangsläufig an einem PC sitzen, sie können ebenso ein Mobiltelefon nutzen, eine Kommunikationssoftware im Auto oder einen Tablet-Computer, und für viele Dienste ist die mobile Verfügbarkeit unabdingbar. Zur Ermittlung des Bedarfs zählt deshalb auch die Ermittlung der Nutzungsumgebung, die der Anwender für den Zugriff auf einen Dienst verwendet, um zum einen eine geeignete Möglichkeit für die Dateneingabe bereitzustellen zu können – etwa eine Spracheingabe im Auto, eine Tastatureingabe am PC – zum anderen eine geeignete Form der Informationsdarstellung und ggf. Einbettung in laufende Softwareumgebungen. Zwischen den Diensten auf den Servern der Betreiber und den Endgeräten der Anwender entstehen deshalb noch weitere Technologieschichten, die erst die multimodale und endgeräteübergreifende Nutzung von Diensten ermöglichen.

Mit THESEUS-Technologien können in Zukunft Anwendungen entwickelt werden, die es dem Nutzer ermöglichen, wichtige Informationen zu finden, ohne sie aufwändig suchen zu müssen. Die permanente Bedarfsanalyse ist dafür eine zentrale Voraussetzung, die deshalb in allen THESEUS-Anwendungsszenarien eine wichtige Rolle spielt. Exemplarisch dafür sei hier das Szenario ORDO genannt, das sich explizit auf die Erstellung von Arbeitsplätzen für die sogenannten „Wissensarbeiter“ konzentriert. Deren heutige Praxis besteht in der Regel darin, aus einer Fülle einzelner Quellen Informationen zusammen-

zutragen, die der „Wissensarbeiter“ in einem bestimmten Kontext benötigt, etwa aus wissenschaftlichen Texten, aus Patentschriften, aus öffentlich zugänglichen oder internen Wikis. In ORDO skizziert der Nutzer die Themen, an denen er arbeitet, um dann mit Hilfe von Softwarediensten die Informationsbausteine aus den verfügbaren Quellen zu extrahieren, die in diesem Kontext relevant sind. Der Nutzer erhält dann die Möglichkeit, diese Informationsbausteine nach verschiedenen Kriterien zu bewerten und zu kategorisieren. Er stellt dadurch implizit Informationen bereit, die das System nutzen kann, um noch besser auf den Bedarf des Anwenders zugeschnittene Informationsbausteine ermitteln zu können. Im Unterschied zur manuellen Suche in einem Quellenbestand, die vom Nutzer in einem Arbeitsprozess in der Regel auch nur einmal durchgeführt wird, kann ein System wie ORDO eine Suche ohne einen Mehraufwand für den Nutzer regelmäßig durchführen und so auch im laufenden Arbeitsprozess aktualisierte Informationen bereitstellen.

Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie auf den Seiten des THESEUS-Programms unter <http://www.theseus-programm.de/anwendungsszenarien/ordo>.

## 4 Infrastrukturen für das „Internet der Dienste“



Das Internet der Dienste kann seine Potenziale nur dann ausschöpfen, wenn es gelingt, die Möglichkeiten der Wiederverwendung von Daten, Informationen und Diensten in immer wieder verschiedenen Arbeitsprozessen zu nutzen. In der Softwaretechnik spricht man in diesem Zusammenhang von „agiler Softwareentwicklung“. Dahinter verbirgt sich die Idee, aus einer Sammlung von Softwarebausteinen automatisch die auszuwählen und anzuordnen, die für die Erledigung eines bestimmten Arbeitsprozesses benötigt werden. Statt für jeden neuen Anwendungsfall eine neue Software zu entwickeln oder eine bestehende Software zu erweitern, werden in diesem Modell nur noch Ketten bereits bestehender Software konfiguriert, unter Umständen sogar für nur eine einzige Nutzung.

Um diese Vision umzusetzen, werden Anwendungen benötigt, die es dem Nutzer erlauben, seinen Bedarf mitzuteilen und die daraufhin die zur Deckung dieses Bedarfs benötigten Datenquellen und Dienste so miteinander verknüpfen, dass dieser Bedarf gedeckt werden kann. Im Internet der Dienste sind solche vermittelnden Anwendungen die „konstanten“ Anlaufpunkte für den Nutzer, der damit einen Assistenten bereitgestellt bekommt, der ihm die mühevollen Aufgabe, wesentliche Daten

und geeignete Dienste für die Unterstützung seiner Arbeit suchen zu müssen, abnimmt. Solche Anwendungen werden deshalb auch als „Plattformen“ bezeichnet.

Wie eine solche Plattform aufgebaut sein kann, soll im Folgenden skizziert werden.

### Plattformen auf Basis offener Standards

Im Rahmen von THESEUS wurde die „SeMantic Information Logistics Architecture“, kurz SMILA, entwickelt, die potenziell die Basis vieler Dienstplattformen bilden kann. Das Anwendungsframework SMILA wurde unter einer OpenSource-Lizenz im Rahmen des Eclipse-Projekts freigegeben, um die Entwicklung von dienstebasierten semantischen Anwendungen zu fördern. SMILA enthält im Kern eine Ausführungsumgebung für die „Business Process Execution Language“ (BPEL). BPEL wiederum ist eine Beschreibungssprache, in der die Abfolge von Prozessschritten in einem Arbeitsprozess mit ihren wechselseitigen Abhängigkeiten, Vor- und Nachbedingungen beschrieben werden kann mit der Besonderheit, dass jeder einzelne Prozessschritt mit der Ausführung einer beliebigen verfügbaren Softwareanwendung verknüpft werden kann. SMILA selber enthält also initial weder Informationen, die

dem Anwender nutzen könnten, noch Dienste, die den Anwender in einzelnen Arbeitsschritten unterstützen würden, ist aber in der Lage, den Zugriff auf Daten und Dienste im Sinne des Anwenders zu koordinieren.

Entwickler von Plattformen können sich diese Möglichkeit zu Nutze machen, indem sie SMILA zum einen Zugriff auf eine Menge von Datenquellen gewähren und beschreiben, welche dieser Datenquellen in welchen Nutzungskontexten relevante Informationen enthalten könnte. Zum anderen werden über SMILA grafische Werkzeuge bereitgestellt, die den Nutzer dabei unterstützen, seinen Arbeitsprozess zu definieren und die aus dieser Definition die BPEL-Beschreibung erzeugen und die zu verwendenden Softwaredienste mit den einzelnen Prozessschritten verknüpfen. Dieser Vorgang wird im Fachjargon „Matchmaking“ genannt und macht intensiven Gebrauch sowohl von semantischen Technologien zur Interpretation der Nutzereingaben als auch von strukturierten Dienstebeschreibungen zur Identifizierung der geeigneten Dienste.

Um die multimodale Ein- und Ausgabe von Informationen zu unterstützen, könnte diese Plattform mit einer weiteren Komponente aus dem THESEUS-Programm ergänzt werden, nämlich der „Ontology-based Dialogue Platform“ (ODP), die es ermöglicht, Eingaben nicht nur mittels Tastatur und Maus, sondern auch per Sprach- oder Gestensteuerung entgegenzunehmen und auch die Informationsausgabe in Form gesprochener Sprache wiederzugeben.

Eine solche Kombination aus Ausführungsumgebung, Matchmaking-Komponenten und Dialog-System bildet eine typische Ausgestaltung einer Plattform im Internet der Dienste. Natürlich kann eine solche Plattform noch viele weitere Unterstützungsmöglichkeiten anbieten und dabei auch auf andere Komponenten zurückgreifen, als die hier genannten. Entscheidend für die Freiheit, einzelne Aufgaben einer Plattform durch verschiedene Komponenten zu realisieren, ist allerdings die Verfügbarkeit und die Unterstützung offener technischer Standards für die Beschreibung von Diensten und Prozessen. Im hier beschriebenen Fall wären das etwa: BPEL für die Beschreibung

ausführbarer Prozesse, USDL für die umfassende Beschreibung von Diensten und EMMA für die Übersetzung multimodaler Eingaben in eindeutige Kommandos.

Der BPEL-Standard existiert bereits seit 2002 und findet in der Praxis längst breite Verwendung. EMMA und USDL wurden hingegen erst im Rahmen von THESEUS entwickelt, weil für beide Anwendungskontexte noch keine befriedigenden offenen Standards existierten.

Während EMMA beim World Wide Web Consortium (W3C) inzwischen den Status einer „Empfehlung“ hat, wird an USDL noch intensiv gearbeitet. Das hängt vor allem damit zusammen, dass die Beschreibung von Diensten für professionelle Anwendungsdomänen deren jeweiligen „Fachjargon“ berücksichtigen muss, so dass ein Teil der USDL-Spezifikation aus fachdomänenspezifischen Bausteinen besteht. Im Rahmen von THESEUS wird nur ein Teil dieser Fachdomänen exemplarisch bearbeitet. Die Entwickler von USDL haben deshalb alle potenziellen Nutzer von USDL zur Mitarbeit aufgegrufen. Informationen dazu finden Sie unter <http://www.theseus-programm.de/anwendungsszenarien/texo>.

In Vorbereitung befinden sich darüber hinaus Vorschläge für die standardisierte Beschreibung von „Dialogakten“ bei der „International Organization for Standardization“ (ISO) sowie für die strukturierte Beschreibung grafischer Ausgaben multimodaler Dialog-Systeme beim W3C.

### Anwendungen für das Internet der Dienste

Die Entwicklung von Technologien, Diensten, Plattformen und Standards schafft zwar Potenziale, erzielt aber allein weder einen wirtschaftlichen noch einen gesellschaftlichen Nutzen. Um beides zu erreichen, müssen die Potenziale genutzt werden, um nutzbare kommerzielle Anwendungen bereitzustellen.

Im Rahmen des THESEUS-Programms wurden zunächst sechs Anwendungsszenarien aus typischen kulturellen, öffentlichen und industriellen Anwendungsgebieten definiert, aus denen dann die

Bandbreite an Anforderungen an die verschiedenen Technologien für das Internet der Dienste abgeleitet werden konnten. Seit 2009 werden die Ergebnisse zusätzlich in zwölf weitere Anwendungsprojekte überführt, die jeweils von mittelständischen Unternehmen geführt werden und die in professionell nutzbaren Anwendungen resultieren sollen.

Eine dieser Anwendungen ist beispielsweise „GoOn“, die „Semantische Rechercheplattform für die Lebenswissenschaften“. GoOn widmet sich dem Problem, dass die meisten Proteinspezies in der Fachliteratur jeweils mit verschiedenen Bezeichnungen benannt werden, die noch dazu jeweils in verschiedenen Schreibweisen auftauchen. Das erschwert es Forschern in der Medizin und Pharmakologie erheblich, zu einer bestimmten Fragestellung überhaupt die relevante Forschungsliteratur aufzufinden, selbst dann, wenn sie grundsätzlich verfügbar ist. Mit Hilfe semantischer Technologien und einer Anwendungsplattform auf Basis von SMILA wird GoOn künftig die Möglichkeit bieten, bei der Suche nach einer bestimmten Proteinbezeichnung auch Informationen zum selben Protein unter anderen Bezeichnungen zu finden.

Ein anderes Beispiel ist „Seraphim“, die „Service-Plattform für den Maschinen- und Anlagenbau“. Seraphim bündelt die verschiedenen Dienstleistungs- und Vertriebsprozesse, die im Maschinen- und Anlagenbau auftreten, also etwa Wartungsarbeiten, Ersatzteilbestellungen etc., so dass Hersteller, Wartungsunternehmen und Betreiber von Anlagen jederzeit auf denselben Informationsstand und sämtliche relevanten technischen Informationen zu einer Anlage zugreifen können. Auch in Seraphim kommen wieder semantische Technologien in Kombination mit SMILA als Ausführungsumgebung zum Einsatz.

Obwohl allein diese beiden Anwendungsszenarien sowohl hinsichtlich ihrer Problemstellungen als auch hinsichtlich ihrer künftigen Nutzer grundverschieden sind, überdecken sich doch große Teile der Anwendungsarchitekturen. Das geht bis dahin, dass einzelne Dienste, etwa für die Abrechnung von Transaktionen oder für die Übermittlung von Dokumenten in beiden Anwendungen exakt dieselben sein könnten.

## Dienste-Ökosysteme

Der Umstand, dass selbst grundverschiedene Anwendungen im Internet der Dienste sich auf bestimmten technischen Ebenen stark ähneln können, legt die Idee nahe, viele verschiedene potenzielle Anwendungen auf einer einzigen Plattform ablaufen zu lassen. Statt, wie in den beiden oben skizzierten Anwendungsbeispielen einen genau umrissenen Anwendungskontext zu unterstützen, könnten solche Plattformen den Zugriff auf eine Vielzahl von Diensten erlauben, aus denen der Nutzer sich, wie auf einem Marktplatz, die Dienstketten zusammenstellt, die er gerade benötigt.

Ein solches Marktplatzmodell, das inzwischen von einer Vielzahl großer IT-Unternehmen propagiert wird und in einer sehr einfachen Form insbesondere für den Bezug von Anwendungen für Mobiltelefone auch schon mehrfach realisiert wurde, kann erhebliche Auswirkungen auf die Arbeitsteilung in der gesamten Softwareindustrie haben.

Heute ist es bei Softwareanwendungen ab einer bestimmten Komplexität üblich, dass große Unternehmen die Entwicklung solcher Anwendungen übernehmen. Das hängt zum einen mit deren Entwicklungskapazitäten zusammen, zum anderen aber auch damit, dass kleine Unternehmen selbst bei ausreichenden Kapazitäten häufig nicht bereit oder in der Lage sind, die vom Auftraggeber geforderten Gewährleistungen zuzusagen.

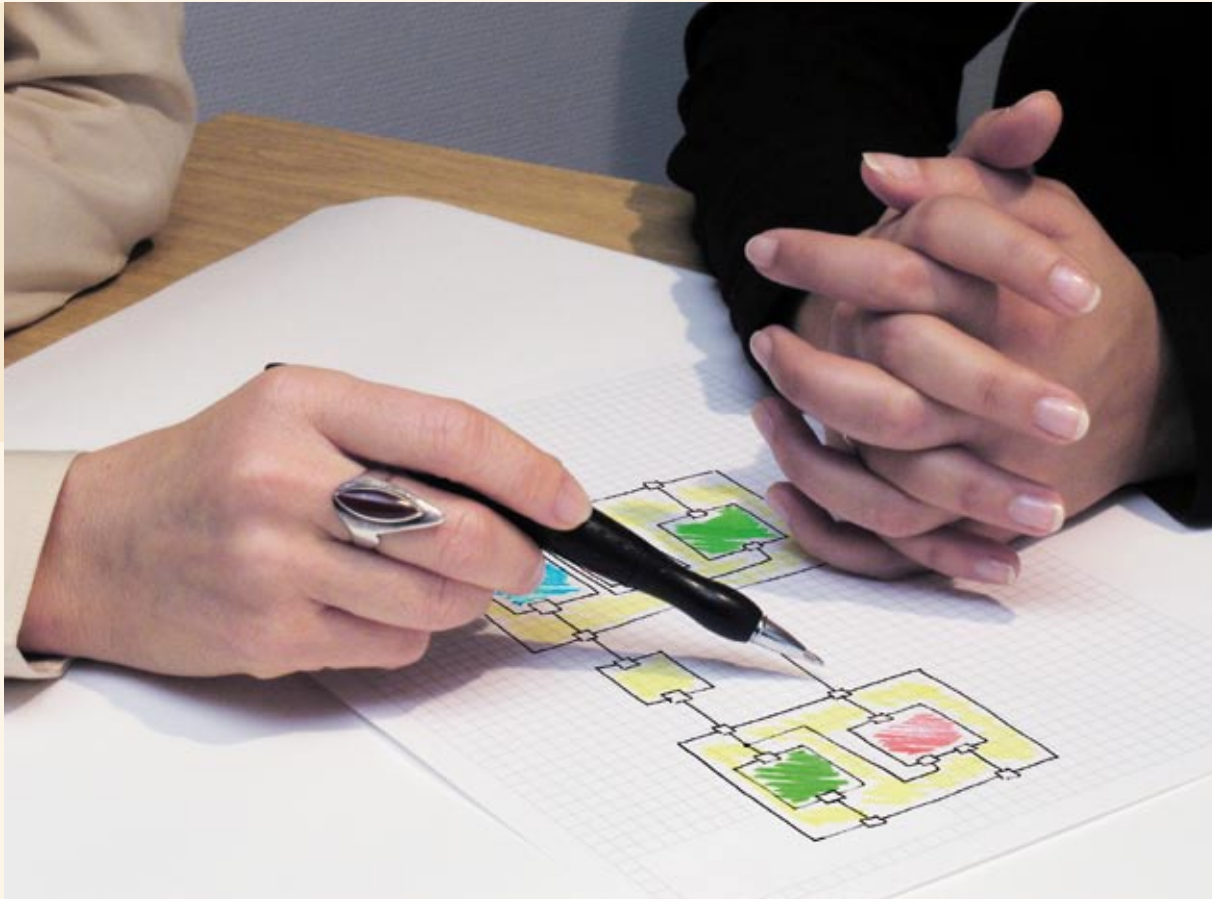
Das hier angedeutete Marktplatzmodell erlaubt es dem Betreiber solcher Marktplätze, die Entwicklung einzelner, unter Umständen hochspezialisierter, Dienste auch an entsprechend spezialisierte kleine Unternehmen zu beauftragen, für eine Kombination solcher Dienste gegenüber dem Nutzer aber als alleiniger Vertragspartner aufzutreten und ggf. auch Gewährleistungszusagen zu machen. Während kleine Entwicklungsfirmen so Zugang zu Märkten bekommen können, die ihnen bisher verschlossen sind, erhalten große IT-Unternehmen die Möglichkeit, sich noch mehr als bisher auf Beratungs- und Vermittlungsleistungen zu konzentrieren. Ausgerichtet auf bestimmte Branchen oder Fachdomänen können solche Marktplätze die Bildung ganzer „Dienste-Ökosysteme“ aus speziali-

sierten Anwender- und Entwicklungsunternehmen nach sich ziehen, die zu einer spürbaren Verbesserung der Qualität von Fachanwendungen führen können.

Im THESEUS-Programm sind die Komponenten, die für den Aufbau und Betrieb solcher Dienste-Ökosysteme benötigt werden, ein Schwerpunktthema, das nicht nur im größten Anwendungsszenario TEXO bearbeitet wird, sondern auch in vielen der zwölf KMU-geführten Projekte. Das Mittelstandsprojekt „openXchange“ beispielsweise widmet sich dem Aufbau einer Plattform, mit der sich Sachschäden künftig einfacher regulieren lassen sollen, indem die Kommunikation zwischen Versicherung, Versichertem und Schadensdienstleistern durch gemeinsam nutzbare internetbasierte Dienste unterstützt wird. Solche Dienste umfassen etwa die Schadensmeldung, die Ermittlung und Beauftragung des geeigneten Schadensdienstleisters oder die Beauftragung und Übermittlung von Gutachten. Das um eine solche Plattform entstehende „Dienste-Ökosystem“ umfasst dabei nicht nur die unmittelbaren Nutzer dieser Dienste, sondern auch die Entwickler der genutzten und teilweise hochspezialisierten Anwendungsdienste.



## 5 Chancen und Risiken im internationalen Wettbewerb



Das Internet der Dienste in der Ausprägung, in der es hier beschrieben wird, ist zunächst eine europäische Vision, zu deren Realisierung das Forschungsprogramm THESEUS wesentliche Teile des Fundaments beigetragen hat und noch beitragen wird. Das mit ca. 100 Mio. Euro geförderte THESEUS-Programm steht dabei aber schon in der deutschen Forschungslandschaft nicht alleine da, sondern wird von einer Vielzahl von Technologieprogrammen und Initiativen des Bundes, der Länder und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) flankiert, die sich verwandten Themen widmen. Dazu zählen die Entwicklung des sogenannten „Internet der Dinge“ ebenso wie der weitere Ausbau der mobilen Internetanbindung oder die Entwicklung „smarter“ Anwendungen etwa für die städtische Verkehrsflusssteuerung oder die Steuerung der Energieversorgung, die im E-Energy-Programm des Bundeswirtschaftsministeriums bearbeitet wird.

Auch die Entwicklung von Sicherheitstechnologien wird mit der zunehmenden Nutzung des Internets in sicherheitskritischen Szenarien ein immer wichtigerer Förderschwerpunkt. In der deutschen Dienstleistungsforschung wird die Entwicklung von Diensten und von Geschäftsmodellen für die Nutzung von Diensten sowie zum Aufbau von Entwickler- und Nutzergemeinschaften in Form von branchenspezifischen oder regionalen Clustern gefördert. Die Forschungsförderung umfasst dabei sowohl Arbeiten zur Grundlagenforschung als auch zur Entwicklung prototypischer Systeme und Anwendungen.

Diese nationalen Initiativen finden in enger Abstimmung mit den europäischen Forschungsmaßnahmen statt, die derzeit vor allem im 7. Forschungsrahmenprogramm der EU gebündelt sind. Dieses Rahmenprogramm verfügt im Zeitraum von 2007 bis 2013 über ein Budget von ca. 50 Mrd. Euro für Forschung und Technologieentwicklung

und konzentriert sich dabei auf die Entwicklung von standardisierten Technologieplattformen für verschiedene Anwendungsbereiche. Die konzeptionell größte dieser Technologieplattformen, NESSI, adressiert den gesamten Zyklus der Entwicklung, Nutzung und Bewertung von Internetdiensten und erhebt dabei den Anspruch, Europa durch die Realisierung der NESSI-Plattform zur weltweit dynamischsten und wettbewerbsfähigsten Wirtschaftskraft weiterzuentwickeln. Allerdings sind auch die Technologieplattformen der EU zunächst Visionen, die durch konkrete Forschungs- und Entwicklungsprojekte realisiert werden müssen. Das geschieht zum einen durch Projekte, die unter dem Schirm der europäischen Forschungsprogramme durchgeführt werden, zum anderen aber durch die Beiträge der Mitgliedsstaaten, die die Ergebnisse ihrer nationalen Entwicklungsprojekte als Bausteine in die europäischen Plattformen einbringen, wie es im Fall des THESEUS-Programms geschieht.

In den USA werden neben großen Forschungsvorhaben, die aus unterschiedlichen öffentlichen Quellen finanziert werden, häufig auch Entwicklungen in amerikanischen IT-Unternehmen ohne öffentliche Förderung durchgeführt, die diese Unternehmen zu standardsetzenden Weltmarktführern gemacht haben. Im Bereich von Internetdiensten führt diese Freiheit des Wettbewerbs allerdings auch dazu, dass verschiedene amerikanische IT-Unternehmen derzeit Dienste-Infrastrukturen anbieten, die in sich geschlossen und untereinander an vielen Stellen inkompatibel sind. Das ist insofern plausibel, als das Interesse der Betreiber dieser Service-Marktplätze vorrangig darin besteht, Dienste-Entwickler und Dienste-Nutzer an sich zu binden und ihnen den Wechsel zu einem Mitbewerber durch zumindest partiell proprietäre Komponenten zu erschweren. Dieser Prozess des „Lock-In“ von Plattform-Nutzern, der in Europa als hinderlich für die umfassende Etablierung von Internetdiensten, vor allem in der Industrie, angesehen wird, ist in vielen amerikanischen Dienste-Infrastrukturen also stattdessen Teil des Geschäftsmodells.

Dieser Umstand sollte den europäischen Weg zum Internet der Dienste, der auf offene Standards setzt, vor allem für Anwender, aber auch für Dienste-Entwickler attraktiv machen. Insbesondere kleine

und mittelständische Unternehmen können durch offene Architekturen an der Ausgestaltung des Internet der Dienste maßgeblich beteiligt werden und dadurch ihr wertvolles Know-how einbringen.

Allerdings zieht der europäische Weg auch die Notwendigkeit nach sich, Einigkeit über die verwendeten Standards zu erzielen, was bei der Menge von potenziellen künftigen Nutzern und bei der Bandbreite an Anwendungskontexten aus Kultur, Industrie, Finanzwirtschaft, Gesundheitswesen, öffentlicher Verwaltung etc. einen erheblichen Abstimmungs- und Entwicklungsaufwand nach sich zieht.

Es kann der europäischen Entwickler- und Nutzungsgemeinschaft letztlich nicht genügen, die konzeptionell besseren Dienste-Infrastrukturen entwickelt zu haben, wenn lauffähige und auch wirtschaftlich erfolgreiche Dienste-Plattformen dennoch überwiegend außerhalb von Europa etabliert werden.

Der Softwaremarkt, inklusive der dazugehörigen Dienstleistungen, hatte 2008 allein in Europa ein Volumen von rund 228 Mrd. Euro. Bis 2011 wird ein weltweiter Zuwachs von etwa 100 Mrd. Euro erwartet, so dass diese Branche zu einem der wichtigsten Wachstumsmärkte wird. Diese wachsende Branche befindet sich allerdings in einem grundlegenden Umbruch. Nur stationär verfügbare Software verliert zunehmend an Bedeutung. Mobil erreichbare und vernetzbare Anwendungen werden gleichzeitig zunehmend wichtiger.

Für den Erfolg der europäischen Vision des Internets der Dienste als Infrastruktur für diese neue Art von Software ist es deshalb entscheidend, auf Basis der heute verfügbaren Technologien und Standards nutzbare Anwendungen zu entwickeln und in den Markt zu bringen, obwohl einzelne Standards erst im Entwurf vorliegen.



## 6 Ergebnisberichte der THESEUS-Begleitforschung

In einer Reihe von Berichten stellt die THESEUS-Begleitforschung ihre Arbeitsergebnisse vor. Sie finden diese Ergebnisse im Internet unter <http://www.theseus.joint-research.org/ergebnisse>

Zurzeit liegen folgende Berichte vor oder befinden sich in Vorbereitung:

### Übersichtsbeiträge zum THESEUS-Programm

- ▶ Das Internet der Dienste
- ▶ Wissen nutzen
- ▶ Begleitforschung am Beispiel des THESEUS-Programms

### Internationale Forschungsarbeiten im Umfeld des THESEUS-Programms

- ▶ Deutsche Forschungsarbeiten im THESEUS-Umfeld
- ▶ Europäische Forschungsarbeiten im THESEUS-Umfeld
- ▶ Forschungsarbeiten im THESEUS-Umfeld in den USA
- ▶ Forschungsarbeiten im THESEUS-Umfeld in Japan
- ▶ Forschungsarbeiten im THESEUS-Umfeld in China
- ▶ Forschungsarbeiten im THESEUS-Umfeld in Australien
- ▶ Industrie-Forschung zum Internet der Dienste

### Konzepte zum Internet der Dienste

- ▶ Profiling-Modell zur Analyse von Wissens- und Service-Infrastrukturen
- ▶ Sozioökonomische Aspekte des Internet der Dienste
- ▶ Die Service Science-Initiative
- ▶ Referenzarchitekturen für das Internet der Dienste
- ▶ Cloud Computing



Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie herausgegeben. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.