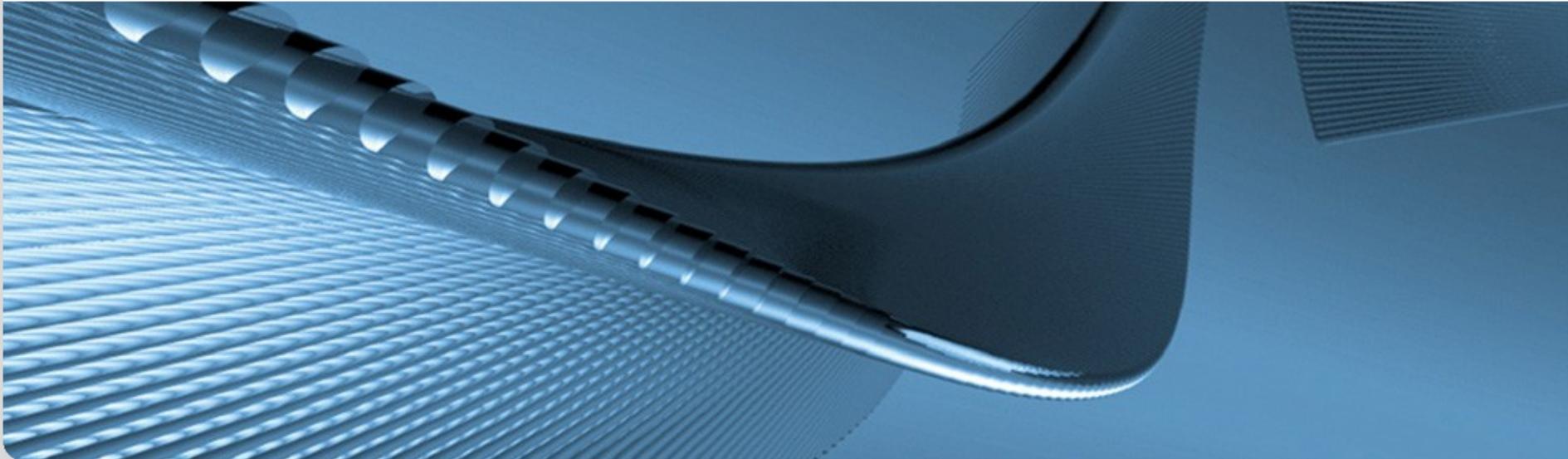


Datenschutz und Privatheit in vernetzten Informationssystemen

Kapitel 10: Ubiquitous Computing – Smart Environments

Erik Buchmann (buchmann@kit.edu)

IPD, Systeme der Informationsverwaltung, Nachwuchsgruppe „Privacy Awareness in Information Systems“



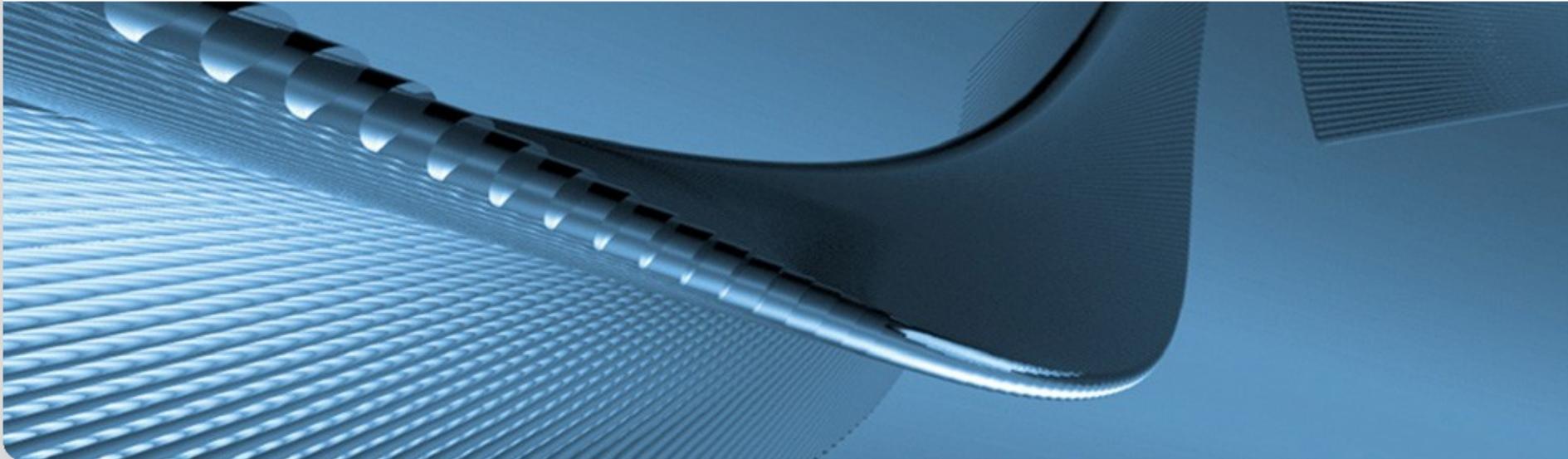
Inhalte und Lernziele dieses Kapitels

- Smart Environments: Szenario, Rollen, Speicherorte
- Anpassung der OECD-Datenschutzrichtlinien auf Smart Environments
- Privacy Middleware für Smart Environments
 - PawS
 - Das Confab Toolkit
- Abschluss

- Lernziele
 - Sie können die Datenschutzprobleme intelligenter Umgebungen aufzeigen und bewerten.
 - Sie können PawS und Confab erklären und voneinander abgrenzen.

Smart Environments

IPD, Systeme der Informationsverwaltung, Nachwuchsgruppe „Privacy Awareness in Information Systems“



the AWARE HOME

A residential laboratory developing technology to solve the needs of home life now and in the future.



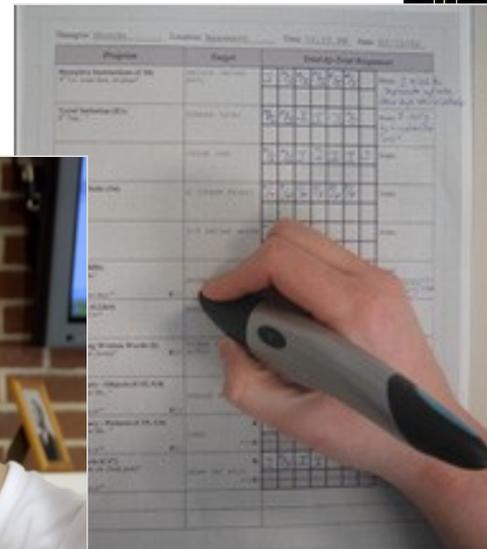
Smart Environments

- das “Aware Home” vom Georgia Institute of Technology
 - Testbett für Anwendungen
 - Werkzeuge für den Alltag
 - Unterstützung für Personen mit eingeschränkten Fähigkeiten, z.B. Senioren oder Autismus-Patienten
 - Testbett für Technologien
 - Infrastruktur
 - Datenerfassung

Quelle: <http://awarehome.imtc.gatech.edu>

Technologiebeispiele

- Optische Erfassung von Bewegungsdaten und Kontextinformationen
- Gesten, Touch-Screens, elektronische Stifte zur Steuerung von Abläufen



Quelle: <http://awarehome.imtc.gatech.edu>

Aktuellstes Beispiel: Smart Grid

- Ziele: Energieeffizienz, Einbindung erneuerbarer Energiequellen



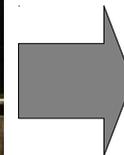
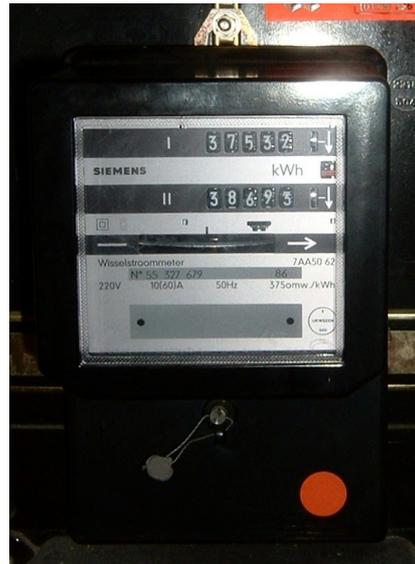
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie



Smart Grids
made in Germany
www.e-energy.de

- Ablösung von elektromagnetischen Zählern durch Smart Meter
 - hochgenaue Messungen bis in den Millisekundenbereich
 - Datenübertragung über WLAN, Powerline Ethernet o.ä.
 - Datenübermittlung heute meist in 15 Minuten-Intervallen an Versorger
 - heute: jedes neugebaute/grundrenovierte Haus bekommt Smart Meter

- Unterstützung neuartiger Energiedienste
 - transparente Abrechnung
 - flexible Tarife
 - Demand Side Management
 - Energieoptimierung
 - ...



Bilder: Wikimedia

Datenschutzfragen im Smart Grid

- fast alle häuslichen Tätigkeiten verändern Energieverbrauch
- Tagesablauf, Gewohnheiten, genutzte Geräte etc. aus den Daten eines Smart Meters ablesbar
- durch liberalisierten Strommarkt weite Verbreitung der Daten

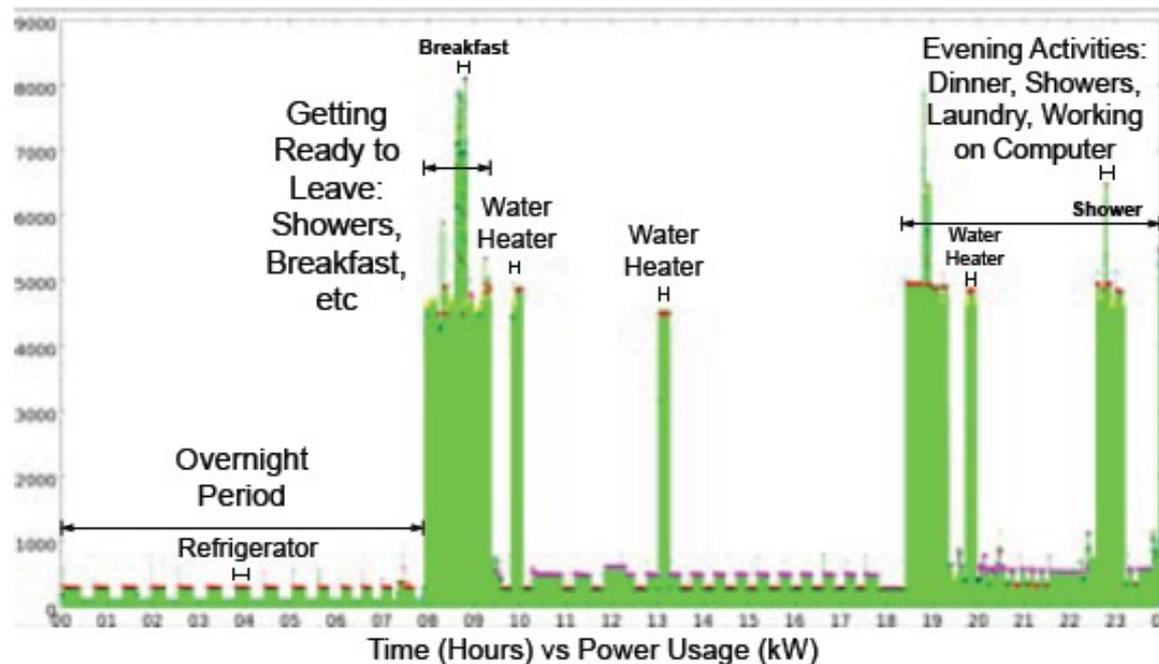
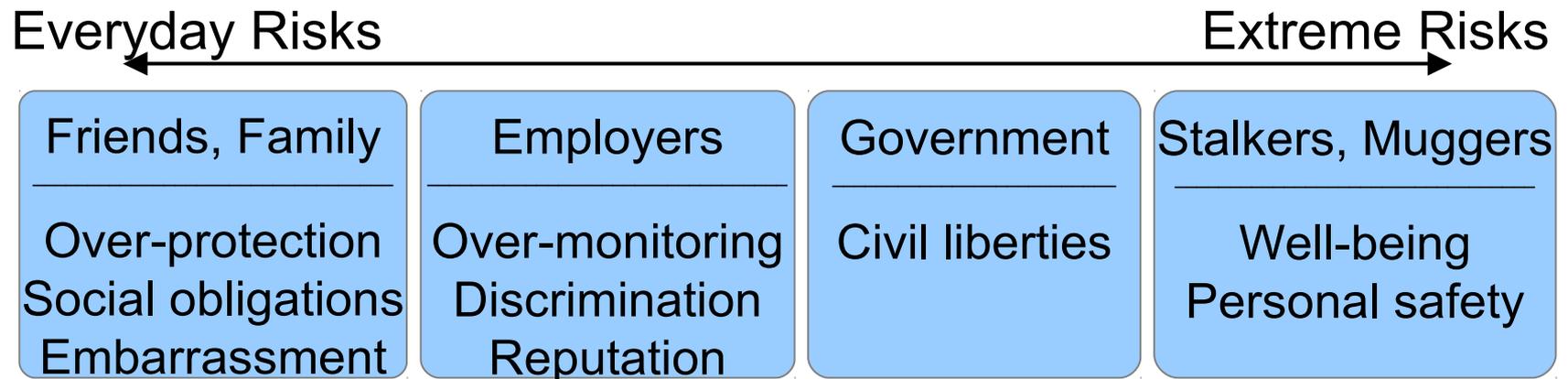


Bild: Private Memoirs of a Smart Meter, A. Molina-Markham et al.

- OECD-Richtlinien (und geltendes Recht) fordern u.a.
 - Erforderlichkeit, Datensparsamkeit
 - Zweckbestimmung bei der Erhebung
 - Korrektheit
 - Nutzungsbegrenzung
 - Transparenz
 - Partizipation

- Schwer durchsetzbar im Ubiquitous Computing
 - viele Beteiligte mit unklaren Rollen
 - Erhebung und Verarbeitung im Hintergrund
 - riesige Zahl von adaptiven Datenverarbeitungsprozessen

- Anderer Ansatz als OECD-Richtlinien erforderlich
 - keine vollständige Sicherheit, vollständige Privatheit *nicht erzielbar* und/oder *nicht wünschenswert*
 - stattdessen: *Kompromiss* zwischen Nutzen und Aufwand beim Anwender



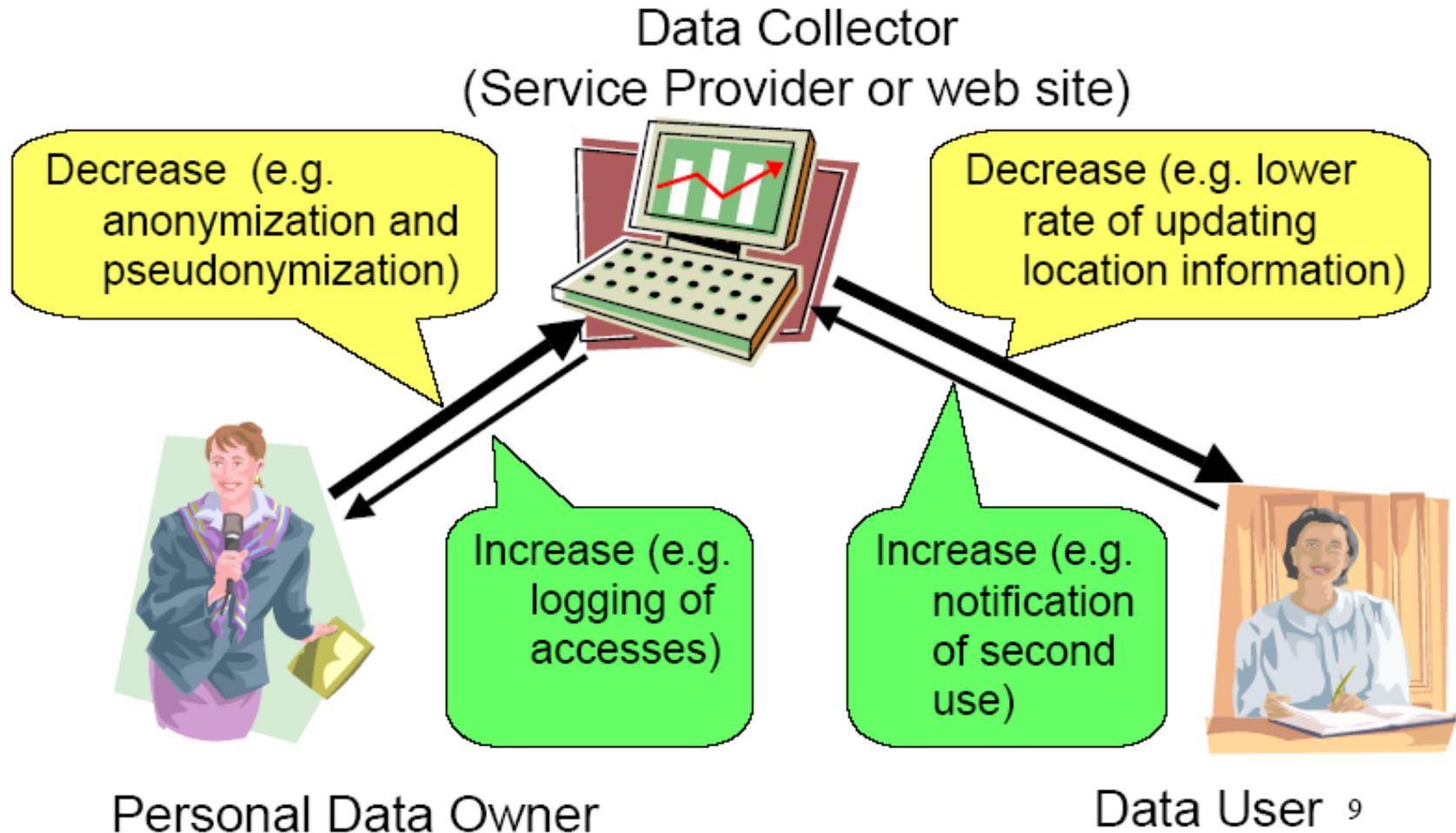
Quelle: [3]

Principle of Minimum Asymmetry (1/2)

- Beobachtung: negative Auswirkungen entstehen oft durch Asymmetrie zwischen zwei Interaktionspartnern
 - Informations-Asymmetrie
 - “Macht”-Asymmetrie

 - **Principle of Minimum Asymmetry**
 - Informationsfluss vom Betroffenen zum Datensammler verringern
 - Informationsfluss vom Datensammler zum Betroffenen steigern
- *Wesentliches Grundprinzip aller Privacy-Ansätze im Ubiquitous Computing*

Principle of Minimum Asymmetry (2/2)



Quelle: S. Yamada, Presentation at APNOMS2003

- Vorschlag für eine Adaptierung der OECD-Richtlinien auf Smart Environments [1]:
 - **Notice**
 - **Choice and Consent**
 - **Anonymity and Pseudonymity**
 - **Proximity and Locality**
 - **Adequate Security**
 - **Access and Recourse**

Notice

- Notice entspricht Transparenz
- Betroffener muss Datenerhebung bemerken können
 - es muss verhindert werden, dass Smart Items ihren Nutzer *unbemerkt* ausspähen können
- Umsetzung hängt von der Technologie ab
 - optische Markierungen
 - RFID-Tags mit elektronischen Warnungen an sensiblen Orten angebracht
 - Announcement-System, z.B. Funkbaken
- *Idealerweise sollte Notice elektronisch automatisch auswertbar sein (vgl. P3P)*



- Aufweichen der *expliziten* Einwilligung
 - Gesetz fordert explizite Zustimmung
 - nicht automatisierbar (Software-Agenten?)
 - erfordert eine Benutzerschnittstelle (RFID-Tags?)
 - in Smart Environments andere Einwilligungen möglich
 - z.B. implizit durch Dienstnutzung
- Auswahl (Choice) muss tatsächlich bestehen
 - Nutzung von Smart Environments auch dann, wenn Datenerhebung verweigert wird
 - es dürfen nur Dienste ausfallen, die auf die Daten tatsächlich angewiesen sind
 - ggf. Auswahl über Dienstgüteparameter

Anonymity and Pseudonymity

- Daten so oft als möglich anonym oder pseudonym erheben
 - Personalisierung von Diensten durch ein Portfolio von vom Nutzer wählbaren Pseudonymen
 - z.B. ein Pseudonym für zu Hause, eines für die Arbeit, eines zum Einkaufen im Supermarkt etc.

■ Proximity

- vergessene oder zurückgelassene Smart Items sind inaktiv; aktiv nur wenn Besitzer anwesend
- kein unbemerktes Ausspähen durch vom Besitzer versteckte Sensoren

■ Locality

- Informationen bleiben (wenn möglich) an dem Platz, an dem sie aufgezeichnet wurden
 - z.B. verlassen Daten über die Bewegung am Arbeitsplatz nicht das Gebäude
- physische Anwesenheit für Datenzugriff erforderlich

- *Solche Hürden behindern die meisten Dienste nicht, verhindern aber lückenlose Überwachung von Ferne*

- das Problem liegt beim “Adequate”:
 - Sensornetze, RFID-Chips etc. haben nicht genug Rechenleistung für starke Kryptographie und ausgefeilte Algorithmen
 - Angemessenheit im Bezug auf Bedrohungspotential
 - Temperaturdaten müssen nicht so stark verschlüsselt werden wie Kontoinformationen
- Zusammenspiel von Security mit Proximity und Locality
 - Daten, die sowieso nicht den Raum verlassen können, müssen ggf. nicht stark verschlüsselt werden

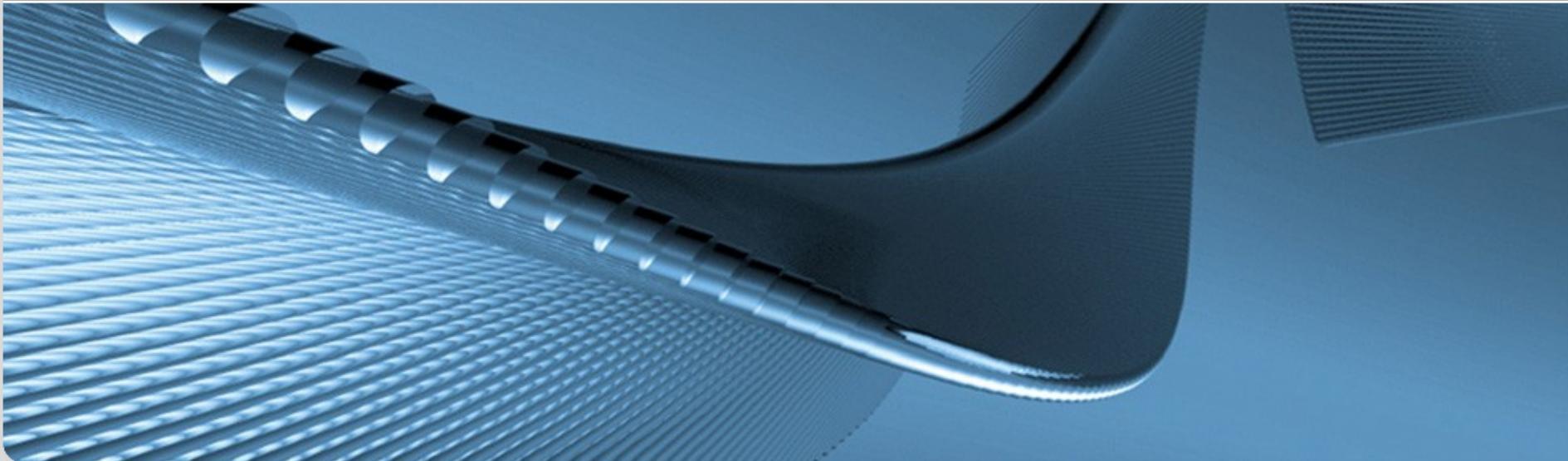
- Zugriff auf die eigenen Daten auf eine Art und Weise, die mit den Prinzipien des Ubicomp vereinbar ist
- automatische Mechanismen zum Aufspüren von Datenmißbrauch
- 'gerichtsfeste' Nachweise von Datenverarbeitungs- und Kommunikationsvorgängen
 - wenn tatsächlich ein Mißbrauch vorgelegen hat, soll dieser nachweisbar und schadensersatzpflichtig sein

- die Prinzipien führen zu einem hochkomplexen System
 - Privacy abhängig von der Qualität der Implementierung von Privacy-Agenten?
 - Sinnvolle Konfiguration ohne tiefgehendes Technologieverständnis möglich?
- Daten sind unsichtbar
 - der Betroffene sieht nur die Anzeige seiner Geräte
 - wie überwachen, ob Datenschutz funktioniert?
- Beschränkt auf institutionelle Datenerhebung
 - Peer-to-Peer Modelle, Interaktionen von Freunden?

- Im folgenden: Ansätze, die diese Prinzipien umsetzen

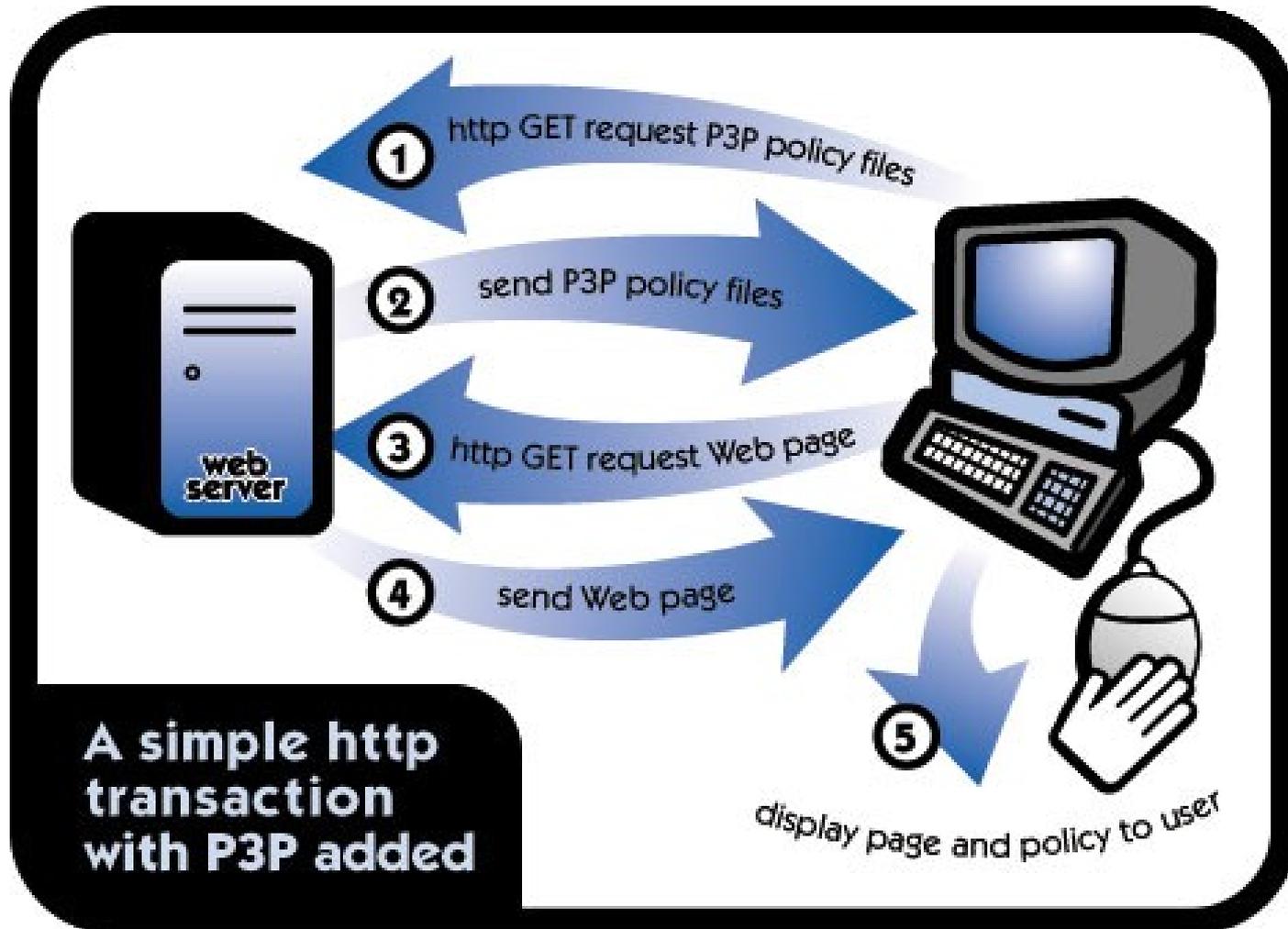
PawS

IPD, Systeme der Informationsverwaltung, Nachwuchsgruppe „Privacy Awareness in Information Systems“



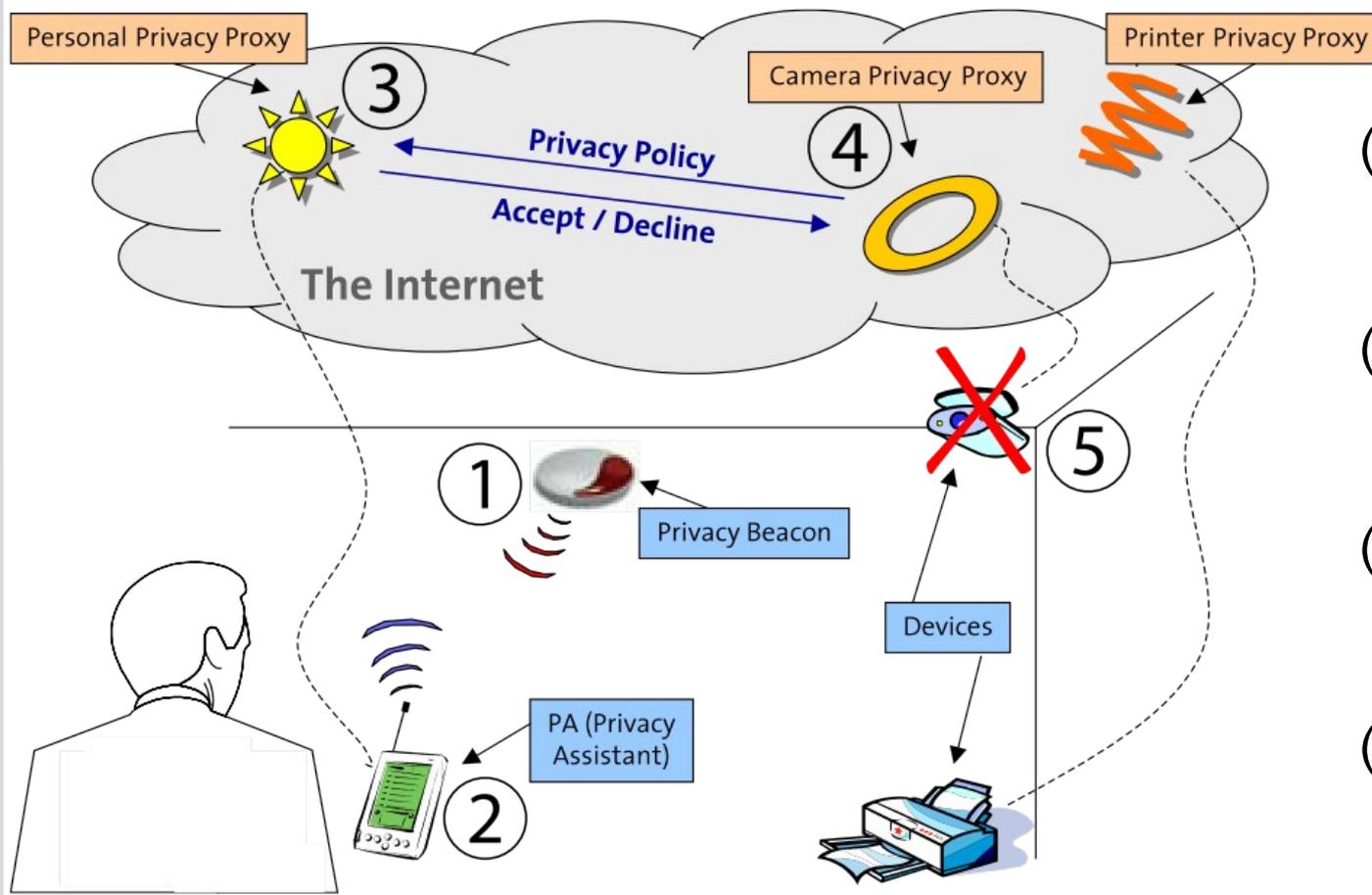
- PawS: a Privacy Awareness System [2]
 - Infrastruktur: Smart Items, Internet, Kommunikationsmedien (WLAN, Bluetooth etc.)
 - Idee: Umsetzung von P3P auf Smart Environments
 - Privacy Beacons melden Datenerhebungen
 - Nutzer trägt Privacy Assistant mit seinen Präferenzen bei sich
 - Geräte sind mit Service Proxies ausgestattet, die die Privacy Policies der Gerätebetreiber speichern
 - Privacy Proxies handeln anhand Nutzerpräferenzen aus, ob Datenerhebung stattfinden darf
- *Umsetzung von Notice, Choice and Consent, Proximity and Locality, Access and Recourse*

Wiederholung: P3P



Quelle: <http://p3ptoolbox.org>

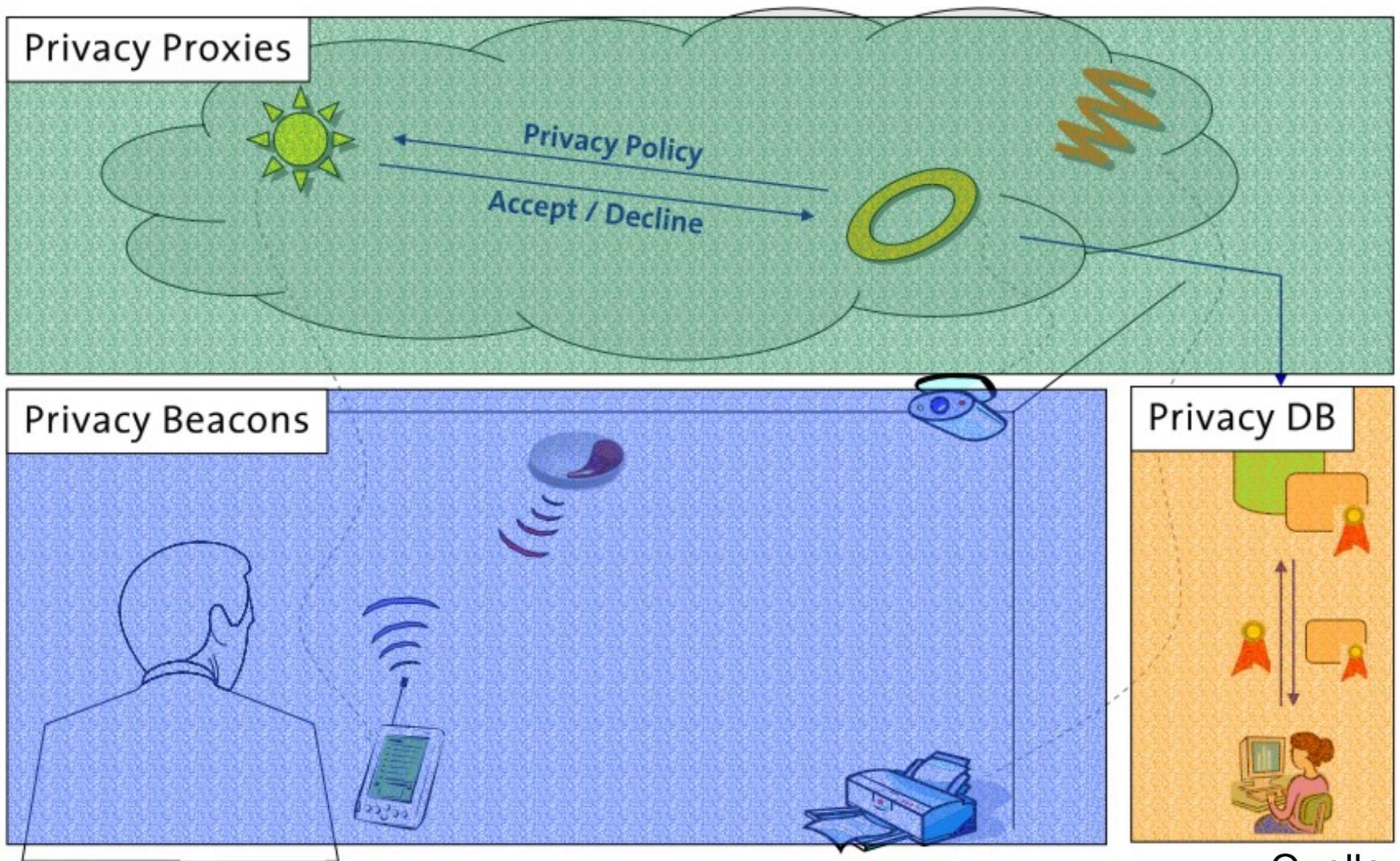
Anwendungsszenario von PawS



- (1) Privacy Beacon meldet Erfassung.
- (2) Privacy Assistant sendet Nutzerpräferenzen an
- (3) Privacy Proxy, der Privacy Policies von
- (4) Service Proxies herunterlädt und anschließend
- (5) eine Kamera mit deaktiviert.

Quelle: [2]

Bestandteile von PawS



Quelle: [2]

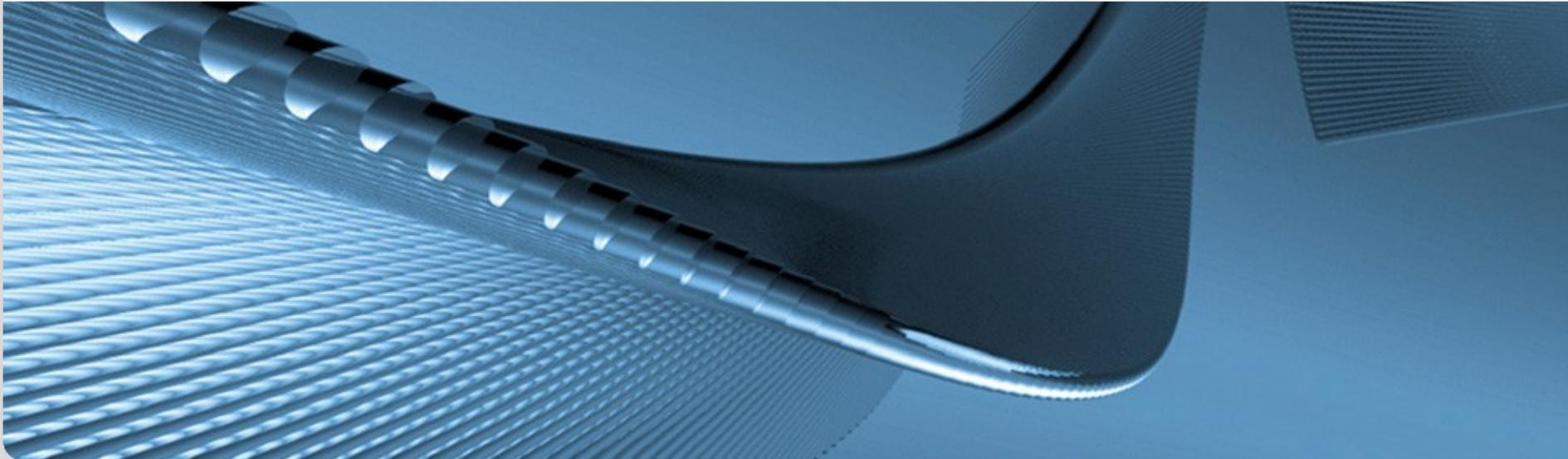
- Kündigen sonst unbemerkte Datenerhebung
 - beschreibt die erhobenen Daten und den Erhebungszweck
 - sendet Adresse von maschinenlesbarer P3P-Policy mit UbiComp-Erweiterungen
- Zwei Arten des Announcements möglich
 - Aktives bekanntmachen
 - Funkbake, Infrarot etc.; Empfangsgerät beim Nutzer
 - Implizites bekanntmachen
 - Nutzer wird über Datenerhebung informiert, während er nach passenden Diensten in der Umgebung sucht
 - Bestandteil des Service Discovery-Protokolls

- Service Proxy
 - für jeden Ubicomp-Dienst ist ein Proxy verantwortlich
 - speichert P3P-Policy
 - holt wenn nötig Einwilligung vom Personal Privacy Proxy ein
- Personal Privacy Proxy
 - für jeden Nutzer ist ein Proxy zuständig
 - handelt Parameter der Dienstnutzung und Datenerfassung im Namen des Nutzers mit den Service Proxies aus
 - automatisches generieren und löschen von Verträgen, Choice and Consent durch Softwareagenten
 - Basis: Präferenzen vom Privacy Assistant des Nutzers

- Speichert zwei Arten von Informationen:
 - alle persönlichen Daten des Nutzers
 - alle ausgehandelten Zustimmungen und Entscheidungen zwischen Personal Privacy Proxy und Service Proxy, P3P Policy Informationen
- Dadurch Überprüfbarkeit, ob sich der Service Provider an seine Policy hält oder gehalten hat (Recourse)
 - Agreement-ID für alle ausgehandelten “Verträge”
 - Daten mit unpassender Nutzung zurückhalten
 - Datenzugriffe vermerken

Das Confab-Toolkit

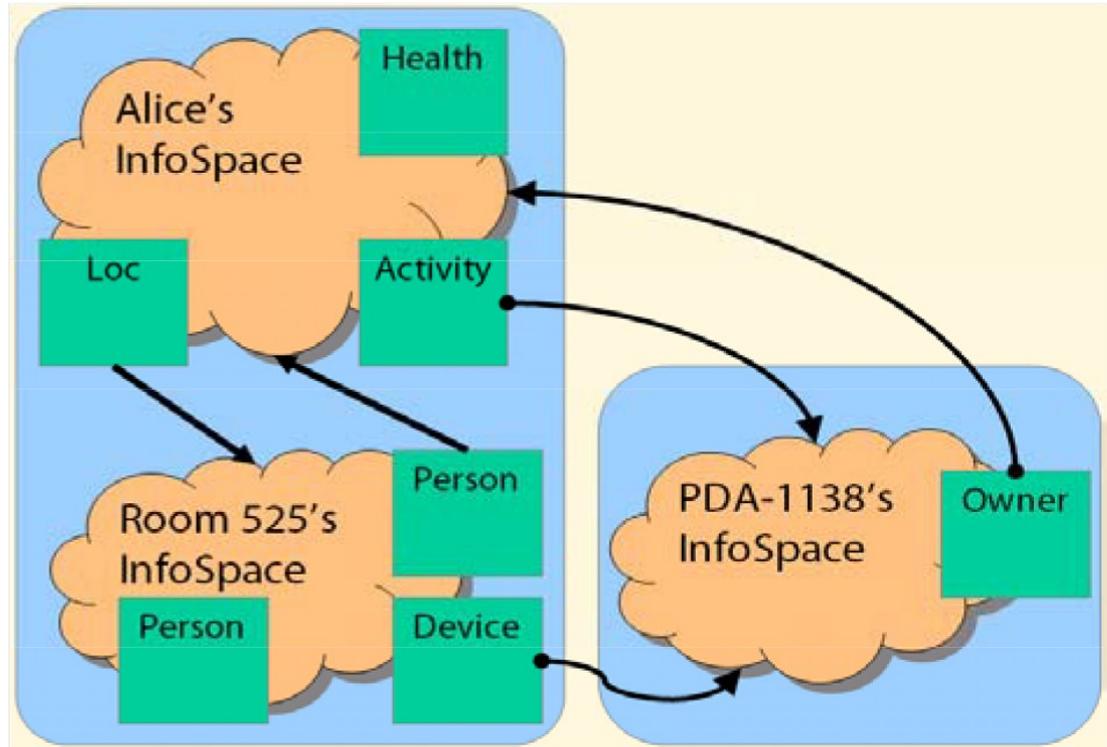
IPD, Systeme der Informationsverwaltung, Nachwuchsgruppe „Privacy Awareness in Information Systems“



- Toolkit für Privacy-sensitive Ubicomp-Anwendungen
- Auf folgende konkrete Anforderungen zugeschnitten:
 - klare Darstellung, wozu welche Daten gebraucht werden
 - Kontrolle und zum Feedback dazu, wer welche Informationen sehen kann oder gesehen hat
 - plausible Abstreitbarkeit (“weiße Lügen”; bin grade nicht da oder so etwas)
 - begrenzte Speicherdauer
 - dezentrale Steuerung
 - Sonderregelungen für Notfälle, in denen Privacy weniger wichtig ist
- *Abgesehen von der Notfallregelung zu den vorgestellten Prinzipien kompatibel*

■ Persönliche InfoSpaces

- jedem Nutzer sind ein oder mehrere InfoSpace zugeordnet, die seine persönlichen Daten enthalten
- InfoSpace kann z.B. der pers. Rechner des Nutzers sein
- Privacy-Regeln für Daten, die die InfoSpace verlassen

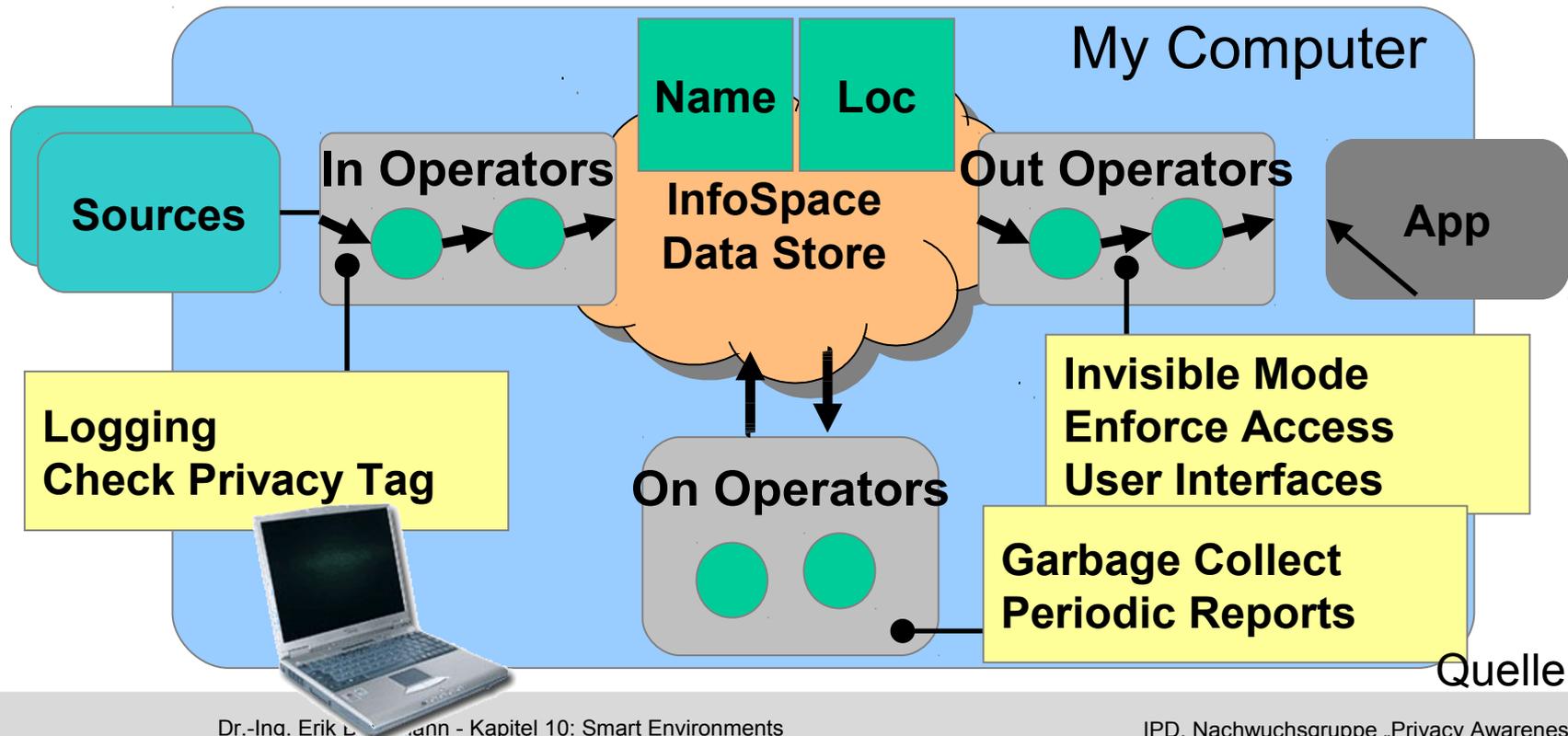


Quelle: [3]

- Layermodell
 - Presentation
 - Nutzerschnittstelle für P3P, Operatoren
 - Infrastructure
 - Toolkit, Operatoren
 - Physical/Sensor
 - Datenquellen für Lokationsdaten, Umgebungsdaten, Nutzerinformationen

Confab-Architektur (3/3)

- Ziel: Soviele persönliche Daten wie möglich im pers. InfoSpace des Betroffenen speichern und verarbeiten
 - erlaubt direkte Kontrolle beim Umgang mit den Daten



Infrastructure Layer (1/2)

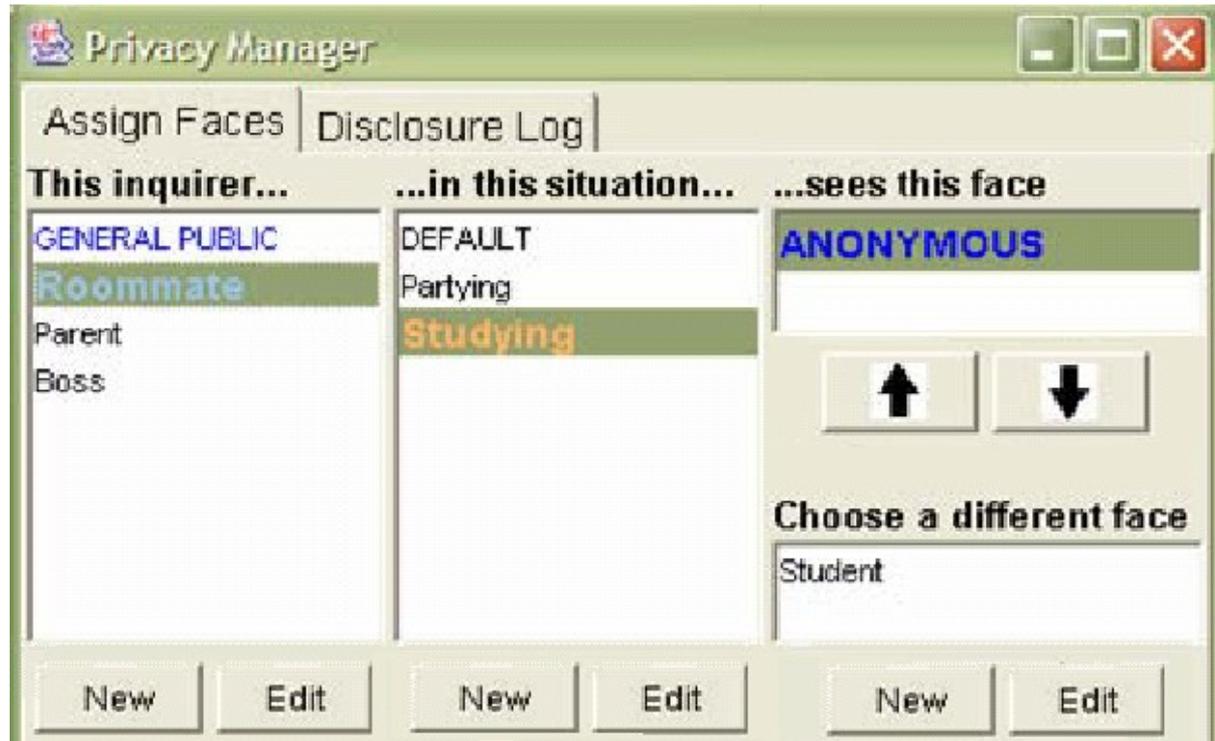
- **Operator-Typ In**
 - Zugriffsregeln, Privacy-Tags, Benachrichtigungen zu eingehenden Informationen ausführen
- **Operator-Typ Out**
 - Zugriffsregeln, Privacy-Tags, Benachrichtigungen zu ausgehenden Informationen ausführen
 - Privacy-Tags hinzufügen
- **Operator-Typ On**
 - Daten verarbeiten, löschen
 - periodische Reports

Infrastructure Layer (2/2)

- Beispiel: Out-Operator “Flow Control”
 - Ziel: Informationen unterschiedlichen Nachfragern zur Verfügung stellen (oder auch nicht)
- Bedingungen
 - Age of data
 - Requestor Domain
 - Requestor ID
 - Requestor Location
- Aktionen
 - Allow, Deny
 - Lower Precision
 - Set (fake value)
 - Invisible (no out data)
 - Timeout (fake net load)
 - Interactive

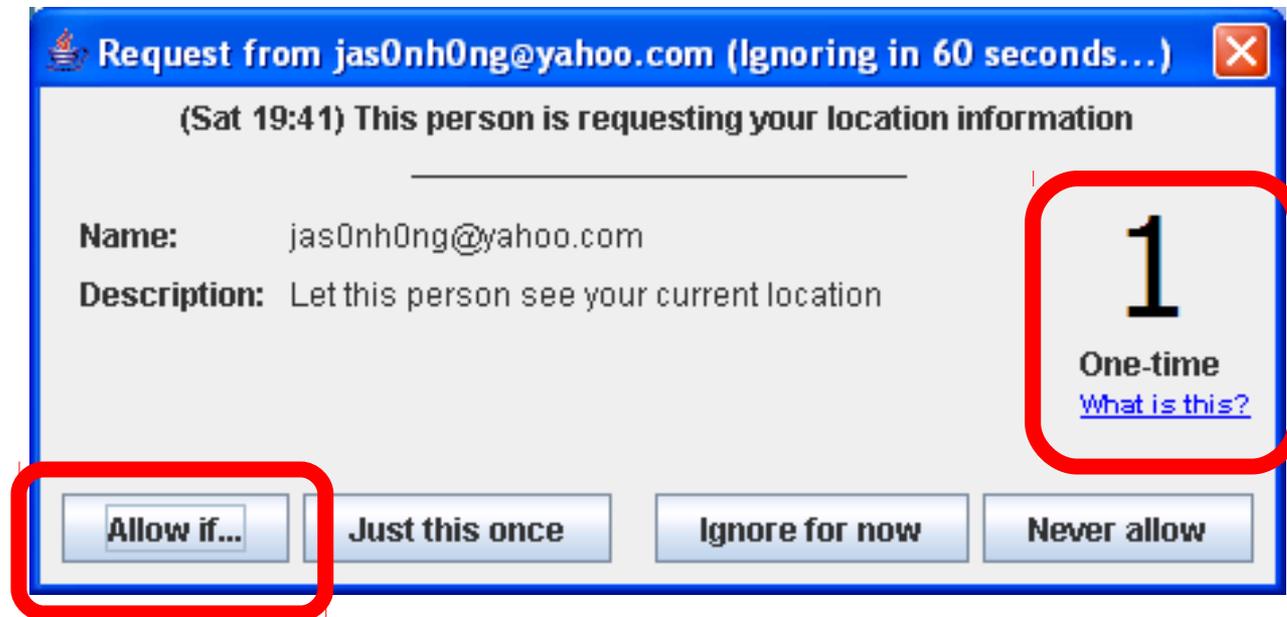
Presentation Layer (1/3)

- Beispiel: Interface für Flow Control für Bildinformationen (vgl. vorangegangene Folie)
 - Festlegen, wann und unter welchen Umständen welche Informationen weitergegeben werden



Presentation Layer (2/3)

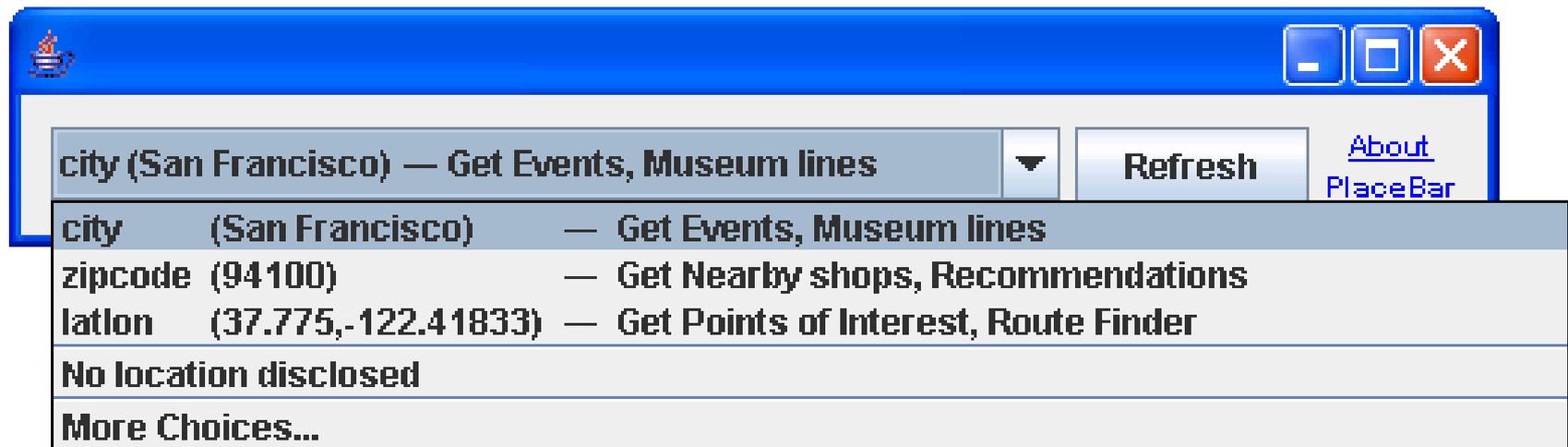
- Beispiel: Benachrichtigung wenn andere auf Lokationsinformationen zugreifen wollen (pull)
 - Vorgabe ist “unknown” (plausible deniability)



Quelle: [3]

Presentation Layer (3/3)

- Beispiel: Aushandeln vom Detailgrad weiterzugebender Informationen
 - Detailgrad “Stadt”: Dienst kann Events oder Museen empfehlen
 - Detailgrad “exakte Koordinaten”: Dienst kann Routen berechnen oder POI anzeigen



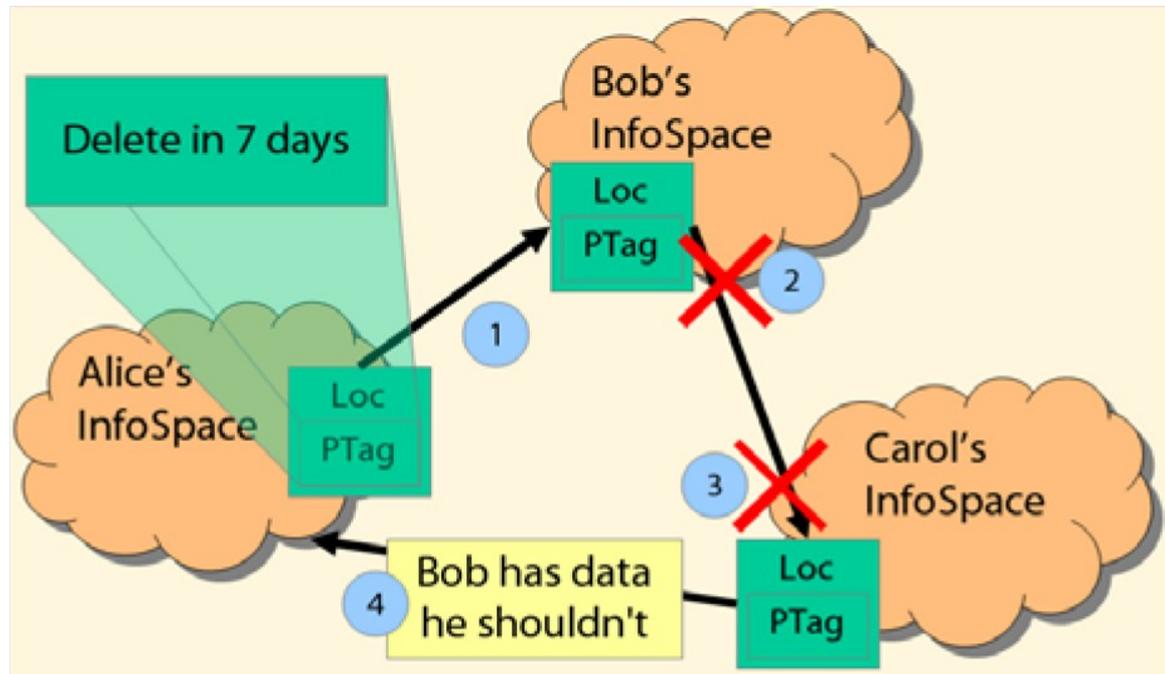
Quelle: [3]

- Defaultwert für alle Daten: UNKNOWN
 - plausible Abstreitbarkeit
- Zugriff nur auf explizite Zustimmung des Nutzers
- Alle Daten können mit Privacy Tags versehen sein
 - DRM für private Informationen
siehe nächste Folie

- Privacy Tag beschreibt, wie mit den Daten zu verfahren ist, wenn diese sich außerhalb des Computers des Anwenders befinden
 - *Time to Live*; Lebenszeit
 - *MaxNumSightings*; ob ältere Versionen der Daten aufbewahrt werden dürfen (z.B. nicht nur die aktuelle Nutzerposition, sondern sein Bewegungsprofil)
 - *Notify*; wann der Nutzer zu benachrichtigen ist
 - *GarbageCollect*; unter welchen Umständen Daten zu löschen sind (z.B. wenn der Nutzer ein Gebäude verlässt)

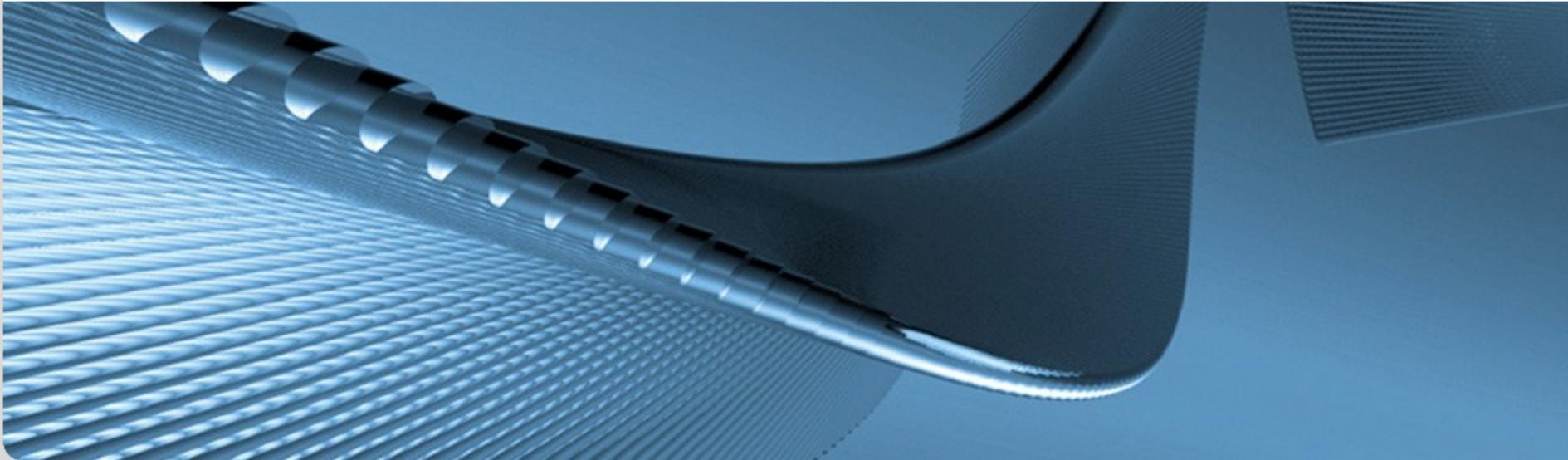
Enforcement durch Privacy Tags

- (1) Alice: Lokationsdaten mit Bob austauschen,
Privacy-Tag: Informationen in 7 Tagen löschen, anderenfalls Benachrichtigung
- (2) Bob's InfoSpace: *unabsichtliche* Weitergabe nach 7 Tagen verhindern, Daten löschen
- (3) Carol's InfoSpace: bemerkt, dass die von Bob erhaltenen Daten hätten gelöscht werden müssen
- (4) Carol's InfoSpace: benachrichtigt Alice



Zusammenfassung

IPD, Systeme der Informationsverwaltung, Nachwuchsgruppe „Privacy Awareness in Information Systems“



- Datenschutz in Smart Environments ist Kompromiss
 - Verzicht auf Datenerhebung ist keine Option
→ Dienste funktionieren dann nicht
 - Verzicht auf Dienstnutzung ist keine Option
→ Dienste sind *nützlich*
 - **Principle of Minimum Asymmetry**

- Zwei Ansätze
 - PawS
 - Confab-Toolkit

- Problematisch: hochkomplexe Systeme, schwer zu kontrollieren

- [1] Marc Langheinrich, *Privacy by Design – Principles of Privacy-Aware Ubiquitous Systems*, Ubicomp 2001
- [2] Marc Langheinrich, *A Privacy Awareness System for Ubiquitous Computing Environments*, Ubicomp 2002
- [3] Jason Hong, James Landay, *An Architecture for Privacy-Sensitive Ubiquitous Computing*, MobiSys 2004