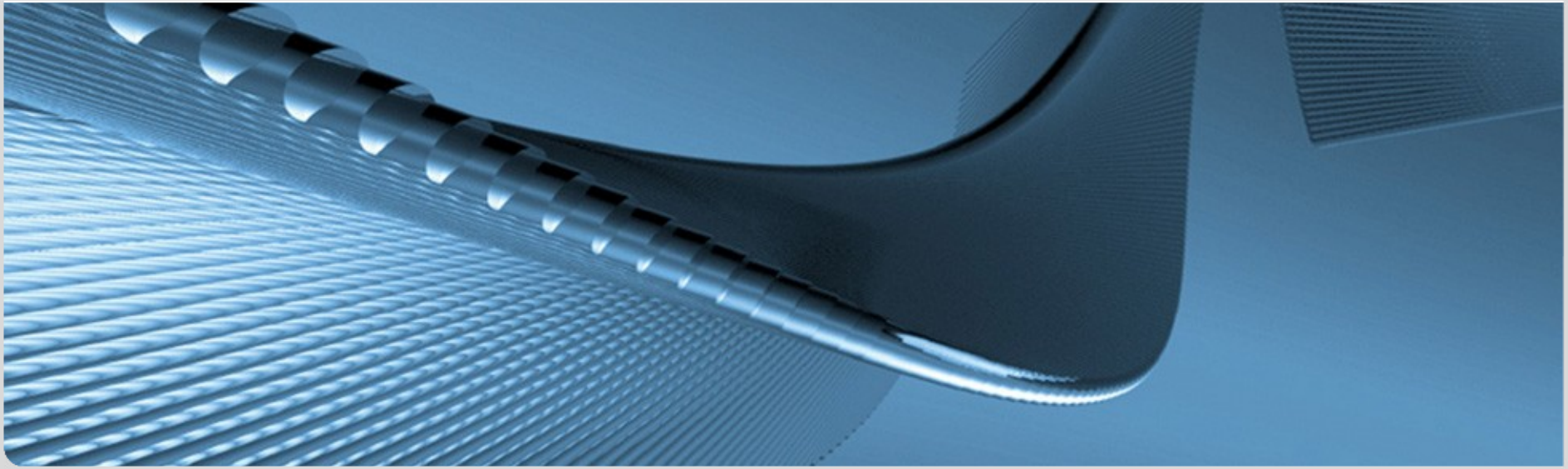
Karlsruher Institut für Technologie

Datenschutz und Privatheit in vernetzten Informationssystemen

Kapitel 9: Ubiquitous Computing – Smart Environments

Erik Buchmann (buchmann@kit.edu)

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



Inhalte und Lernziele dieses Kapitels

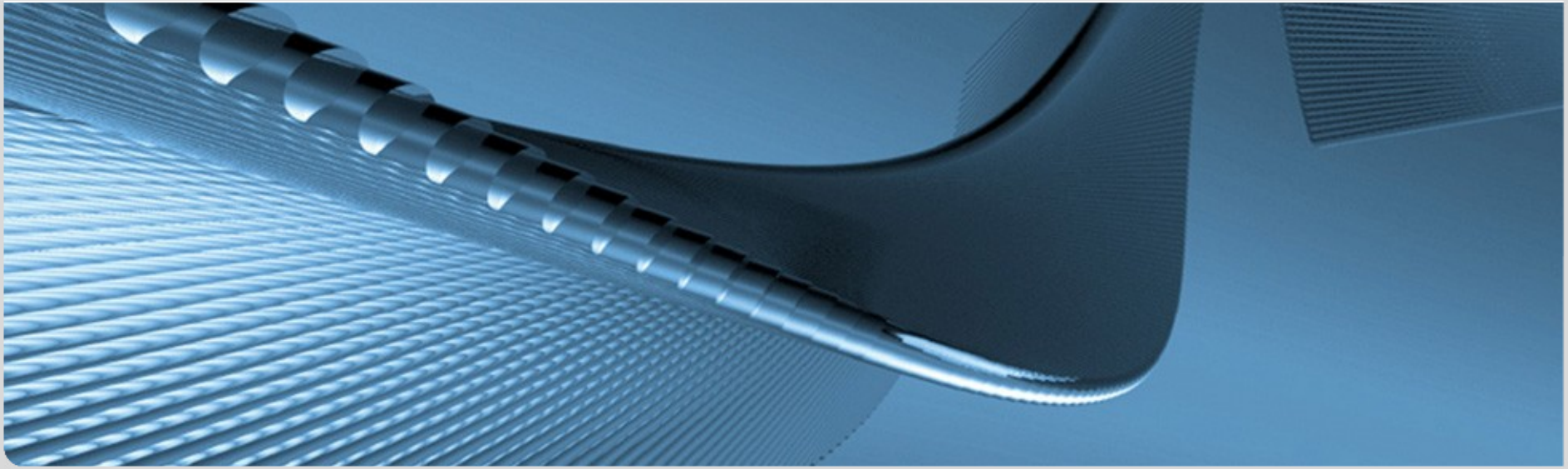
- Smart Environments: Szenario, Rollen, Speicherorte
- Anpassung der OECD-Datenschutzrichtlinien auf Smart Environments
- Privacy Middleware für Smart Environments
  - PawS
  - Das Confab Toolkit
- Abschluss

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

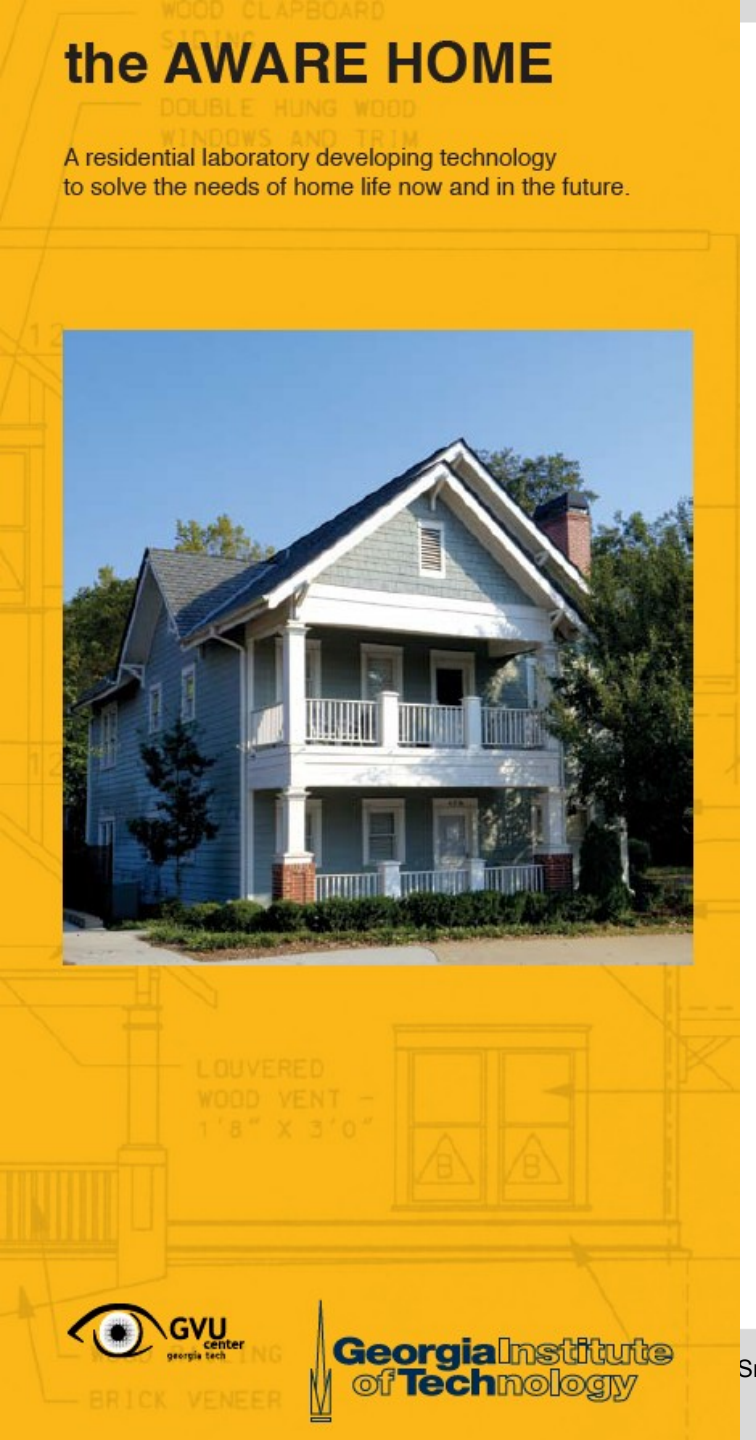
Karlsruher Institut für Technologie

Smart Environments

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



Smart Environments

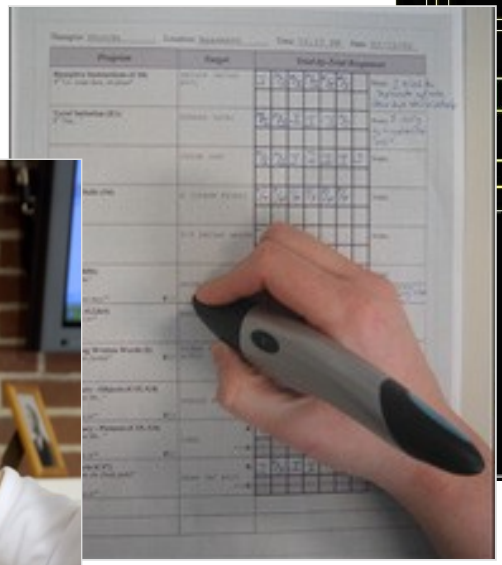


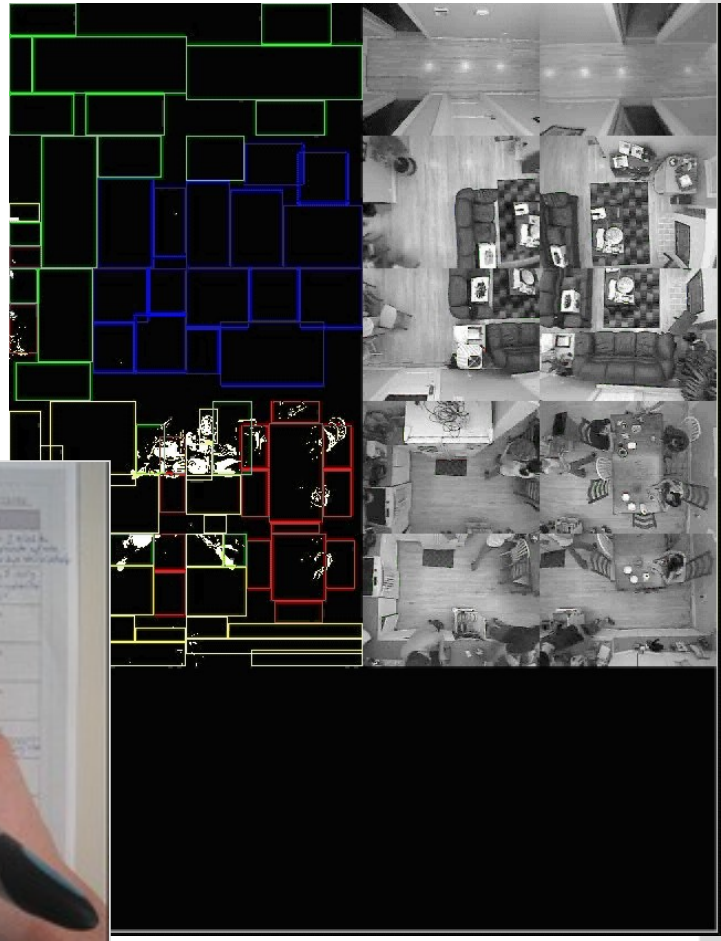
- das “Aware Home” vom Georgia Institute of Technology
  - Testbett für Anwendungen
    - Werkzeuge für den Alltag
    - Unterstützung für Personen mit eingeschränkten Fähigkeiten, z.B. Senioren oder Autismus-Patienten
  - Testbett für Technologien
    - Infrastruktur
    - Datenerfassung

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

Smart Meter

- 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

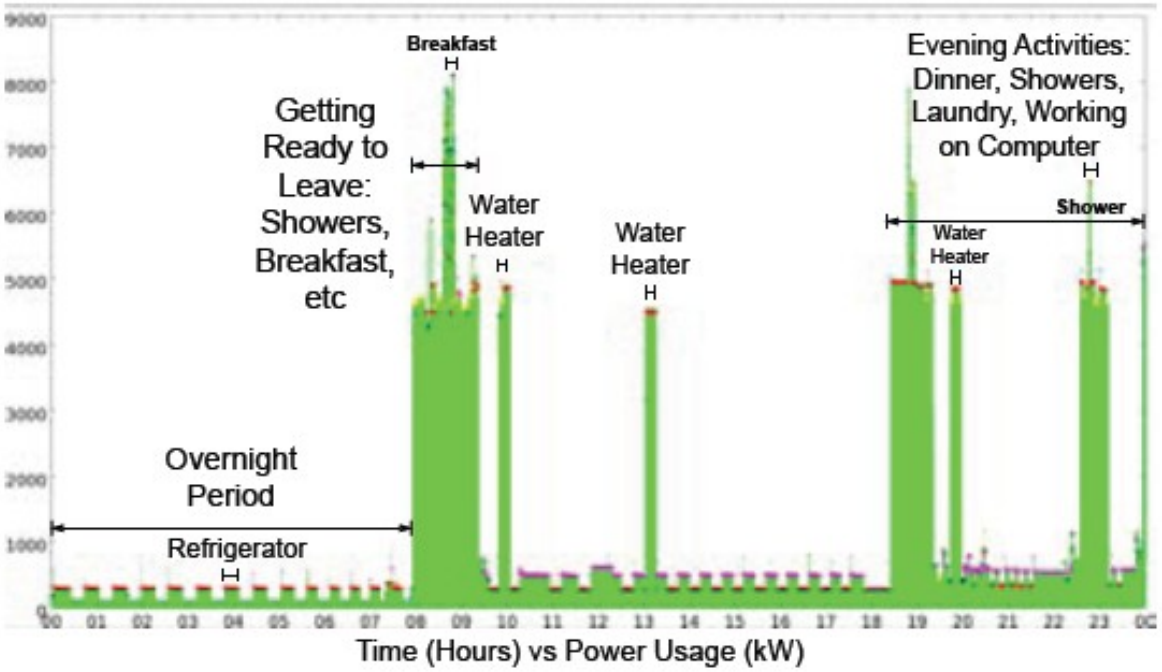


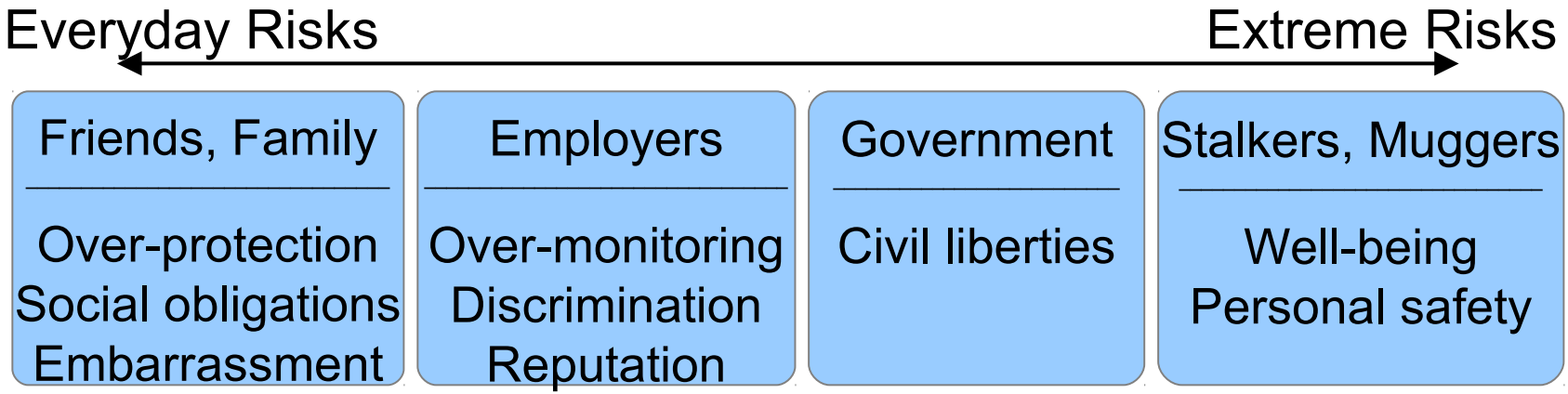
Bild: Private Memoirs of a Smart Meter, A. Molina-Markham et al.

Prinzipien des Datenschutzes

- 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

Datenschutz in Smart Environments

- 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]

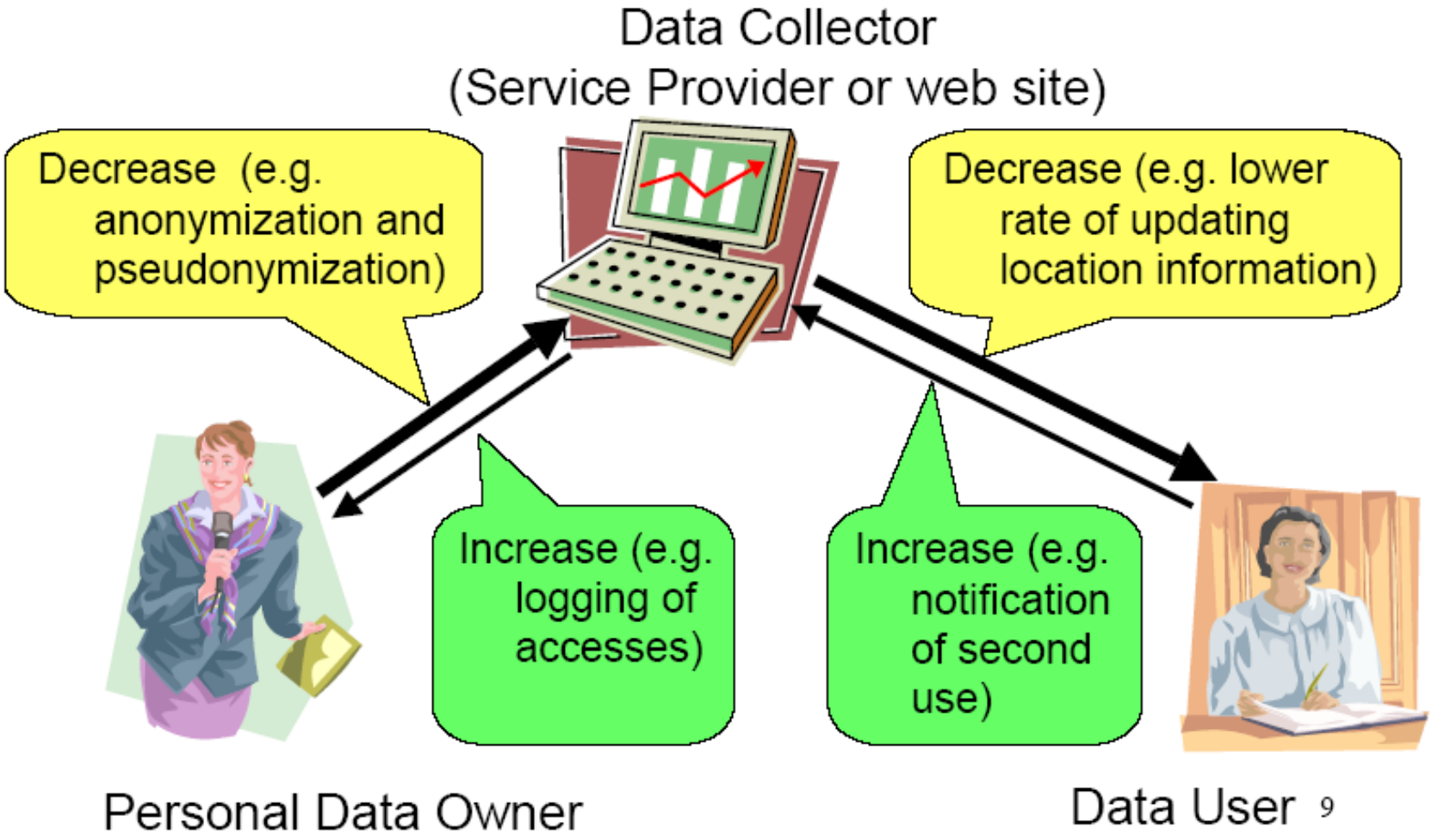
Principle of Minimum Asymmetry (1/2)

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

- **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

Datenschutzrichtlinien in Smart Environments

- 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)

Choice and Consent

- 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 and Locality

- 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*

Adequate Security

- 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

Access and Recourse

- 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

Kritik

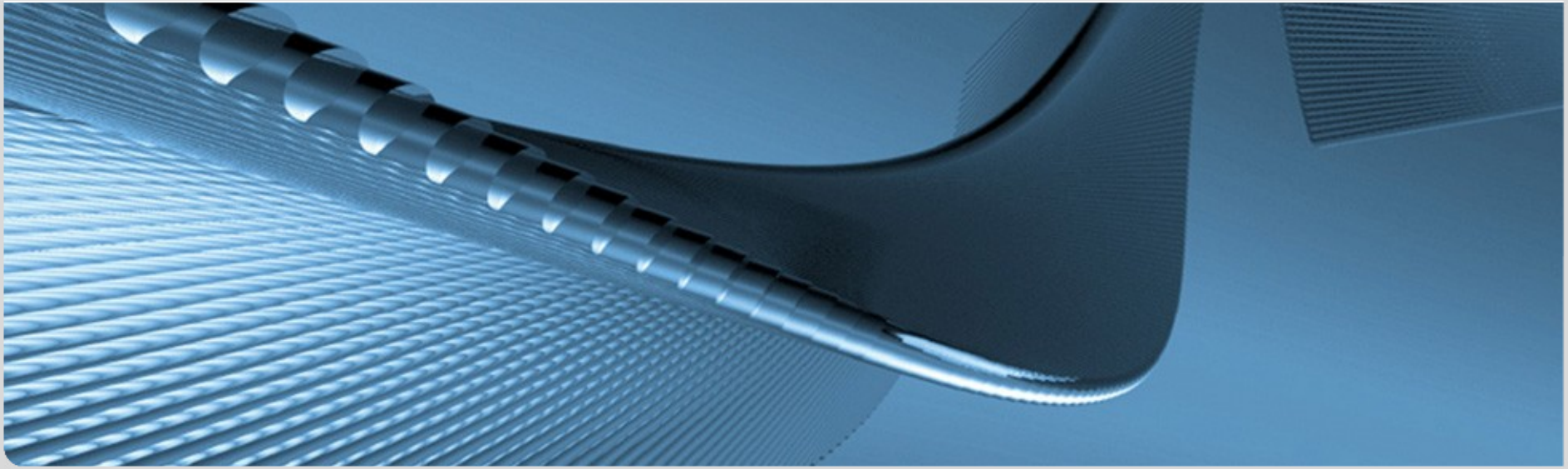
- die Prinzipien führen zu einem hochkomplexen System
  - Privacy abhängig von der Qualität der Implementierung von Privacy-Agenten?
  - Sinnvolle Konfiguration ohne tiefgehendes Technologieverständnis möglich?
- Daten sind unsichtbar
  - der Betroffene sieht nur die Anzeige seiner Geräte
  - wie überwachen,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

- Im folgenden: Ansätze, die diese Prinzipien umsetzen

Karlsruher Institut für Technologie

PawS

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

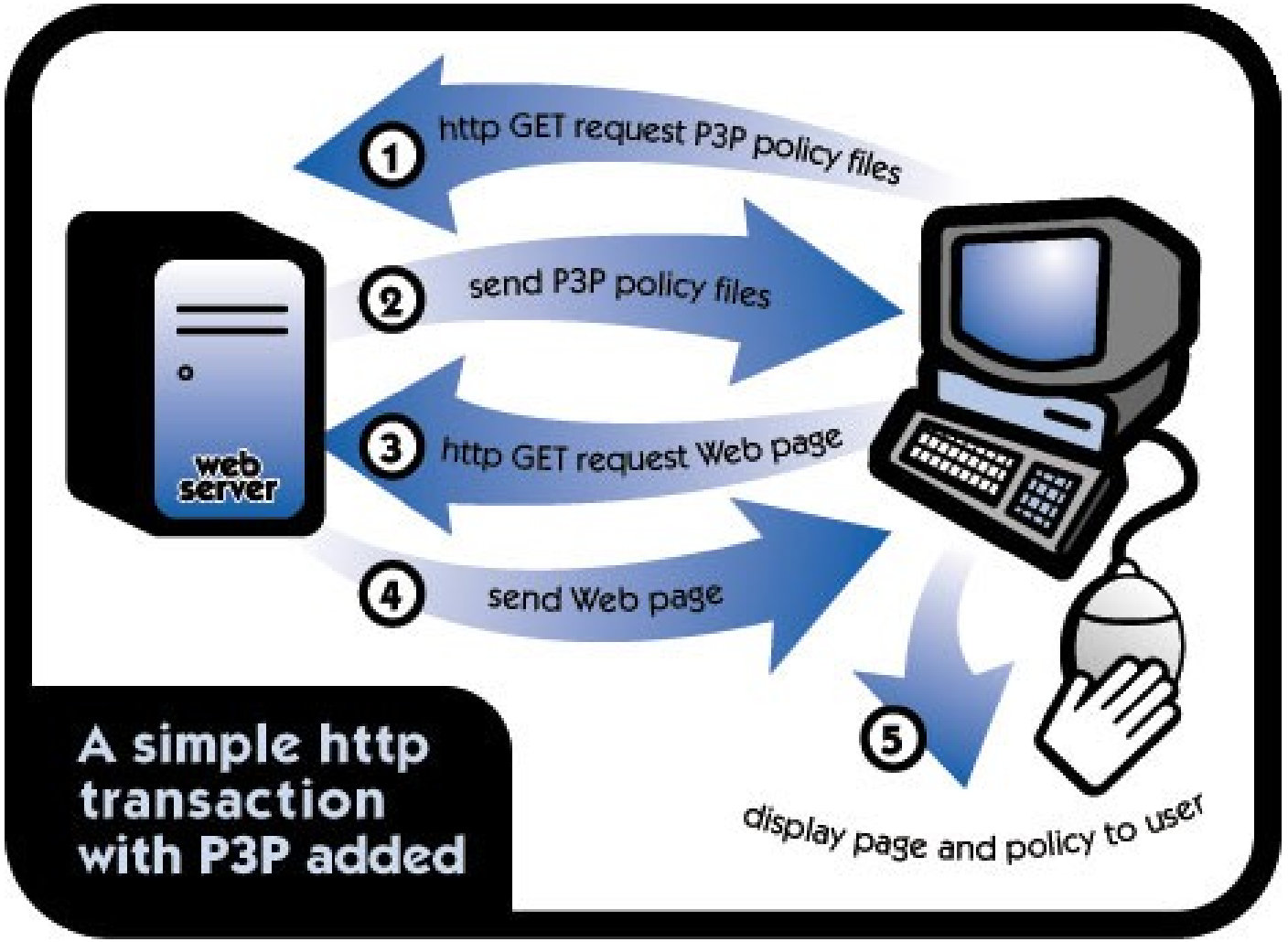


PawS

- 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

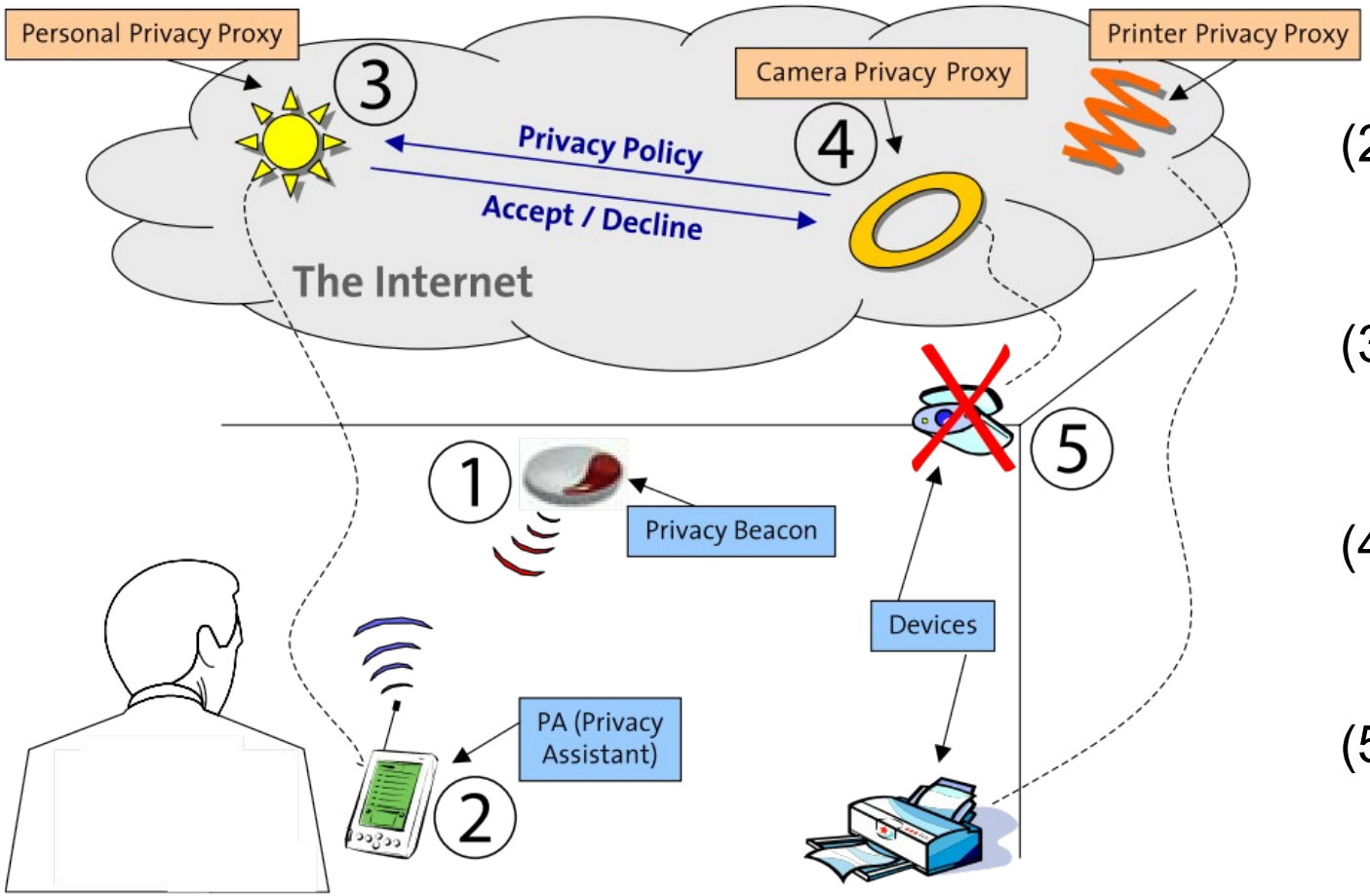
→ *Umsetzung von Notice, Choice and Consent, Proximity and Locality, Access and Recourse*

Wiederholung: P3P



Quelle: http://p3ptoolbox.org

Anwendungsszenario von PawS



(1) Privacy Beacon meldet Erfassung.

(2) Privacy Assistant sendet Nutzer-präferenzen an

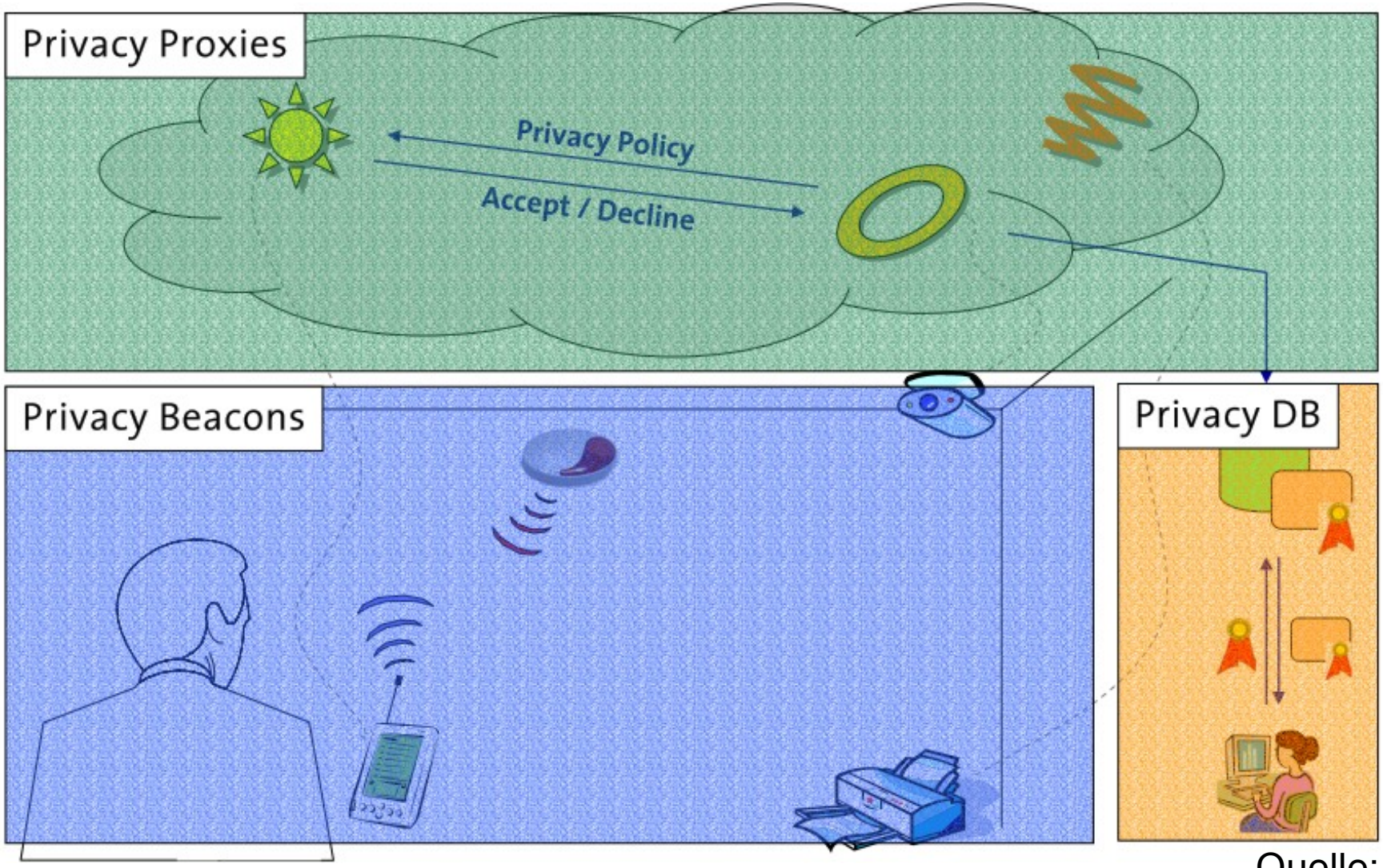
(3) Privacy Proxy, der Privacy Policies von

(4) Service Proxies herunterlädt und anschließend

(5) eine Kamera mit deaktiviert.

Quelle: [2]

Bestandteile von PawS



Quelle: [2]

Privacy Beacon

- 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

Privacy Proxy

- Service Proxy
  - für jeden Ubicomp-Dienst ist ein Proxy veranwortlich
  - 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

Privacy Database

- 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

Karlsruher Institut für Technologie

Das Confab-Toolkit

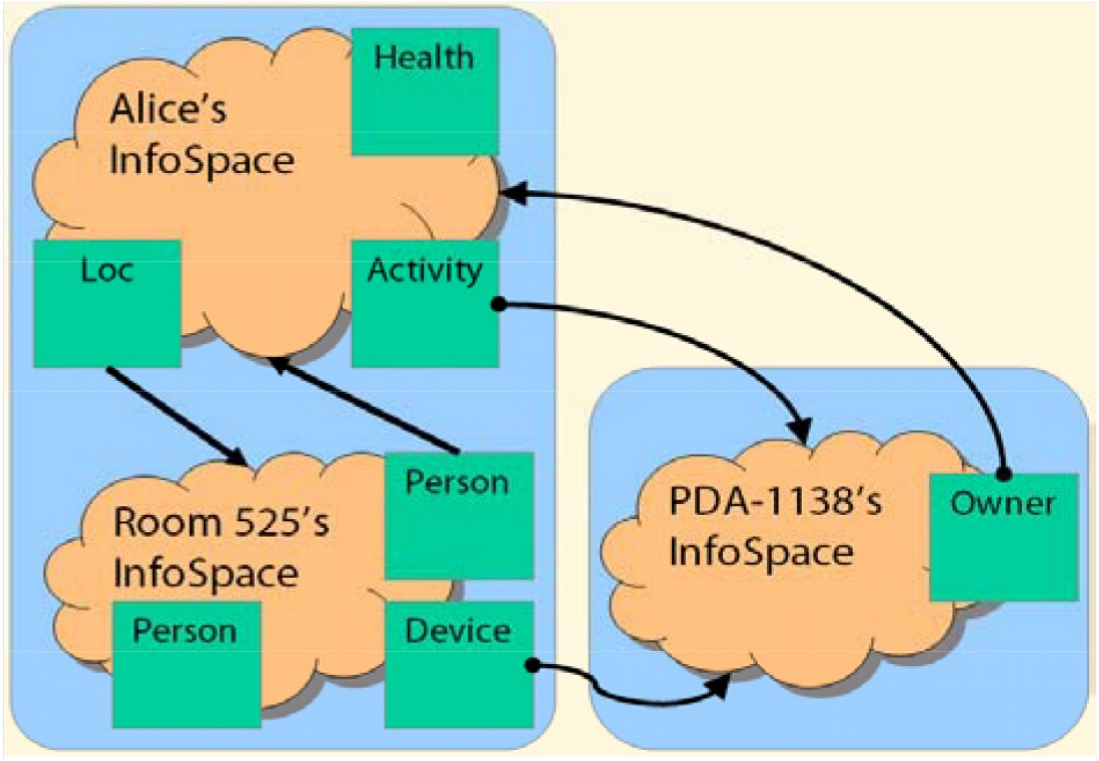
IPD, Systeme der Informationsverwaltung, Nachwuchsgruppe „Privacy Awareness in Information Systems“

Das Confab-Toolkit

- 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*

Confab-Architektur (1/3)

- 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



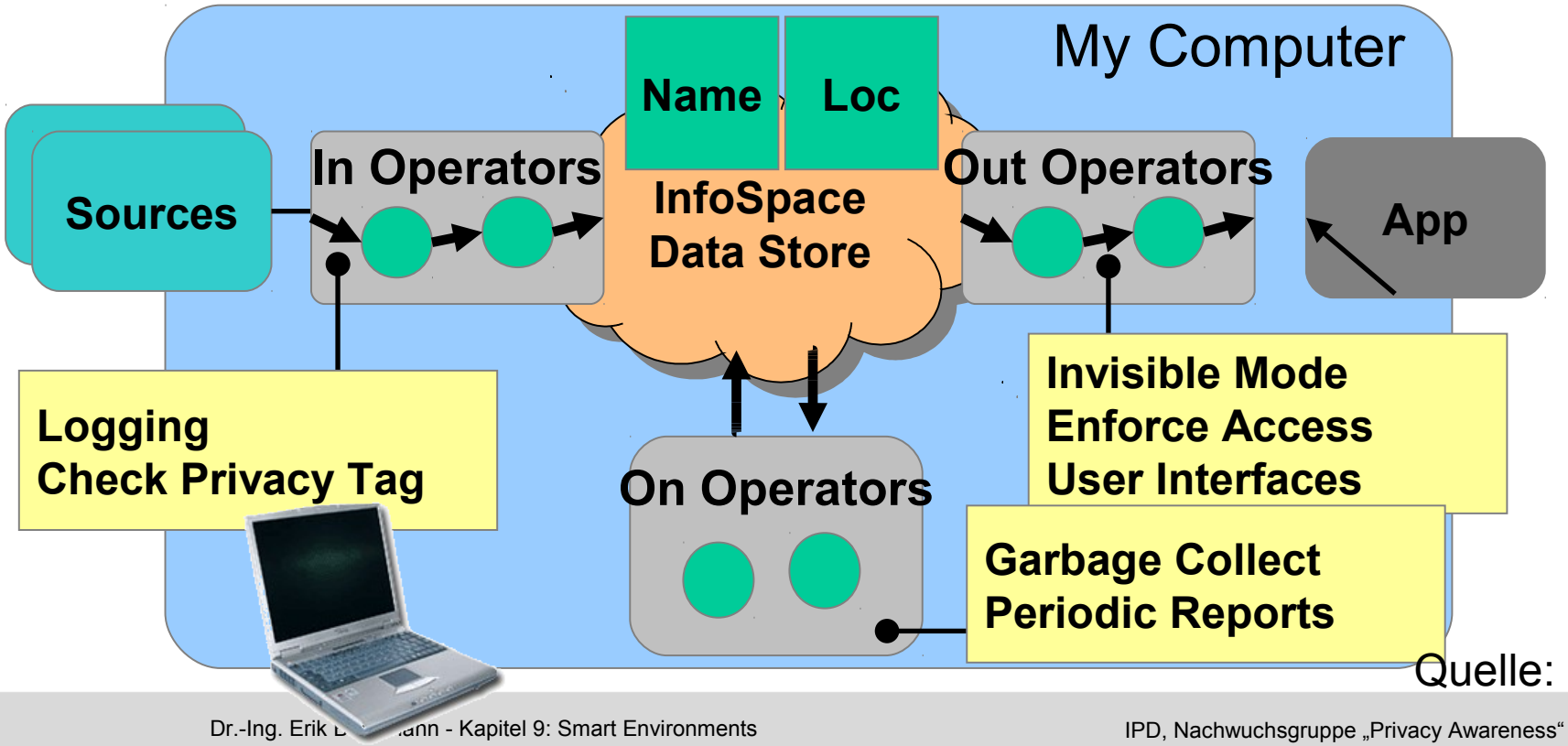
Quelle: [3]

Confab-Architektur (2/3)

- 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



Quelle: [3]

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

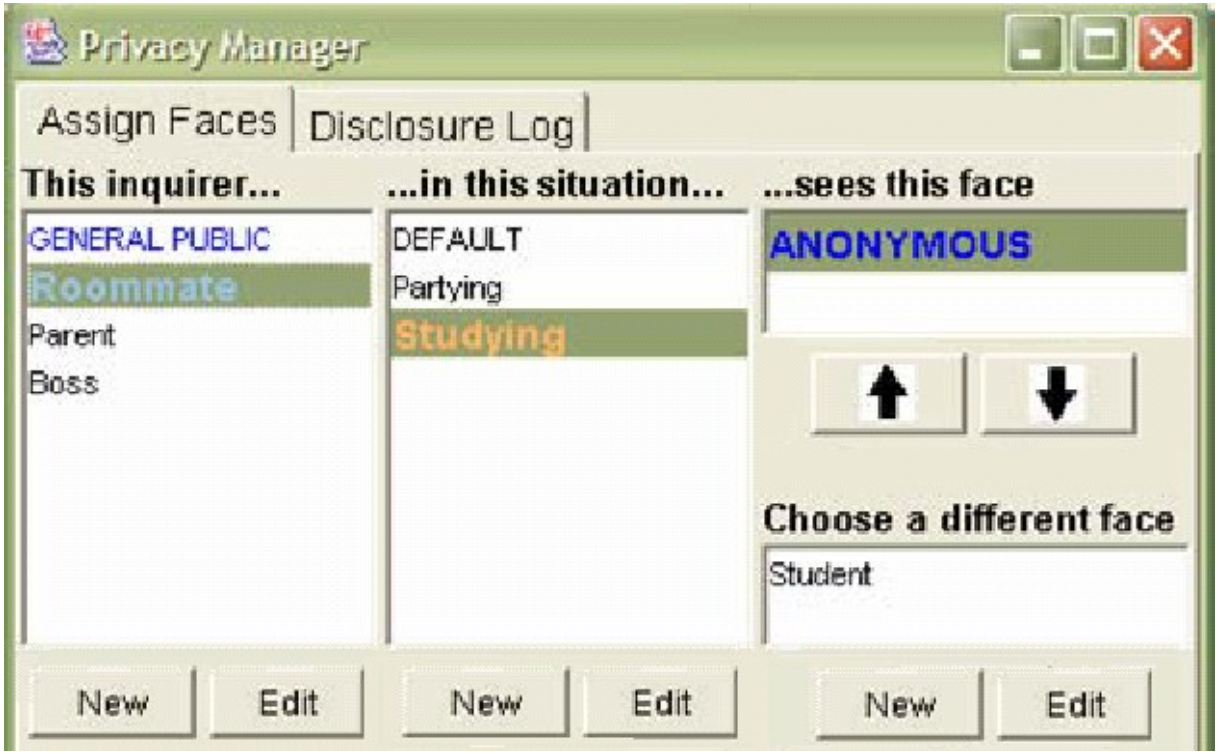
Infrastructure Layer (2/2)

- 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

Quelle: [3]

Presentation Layer (1/3)

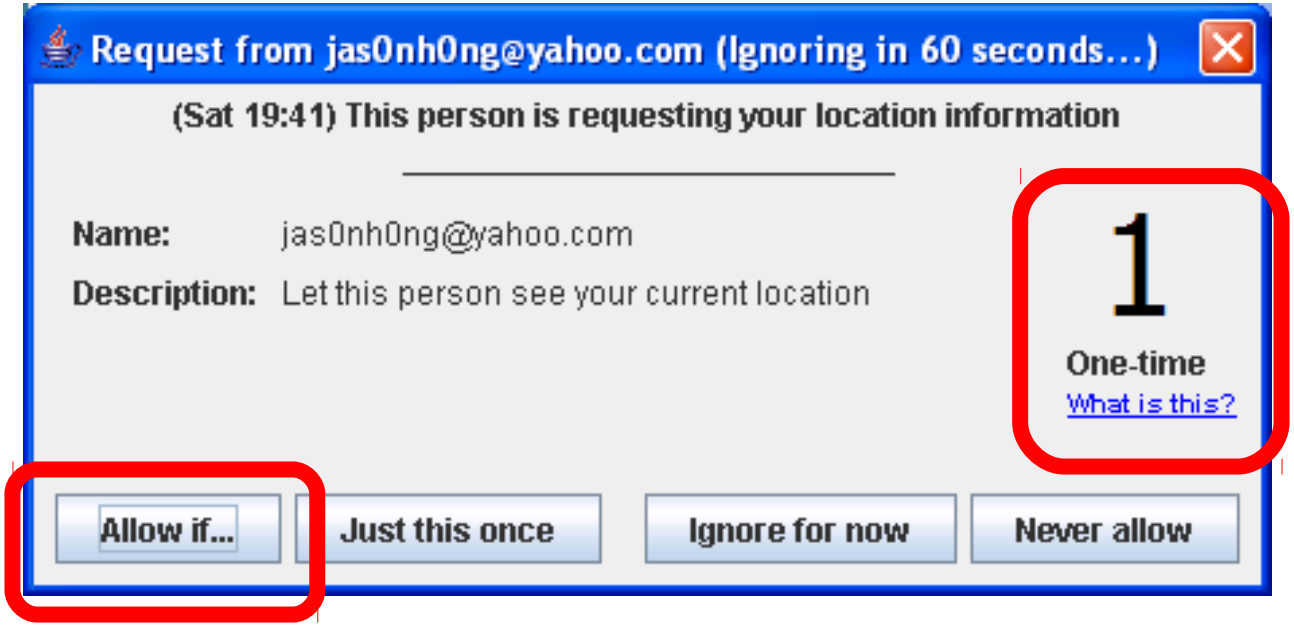
- Beispiel: Interface für Flow Control für Bildinformationen *(vgl. vorangegangene Folie)*
  - Festlegen, wann und unter welchen Umständen welche Informationen weitergegeben werden



Quelle: [3]

Presentation Layer (2/3)

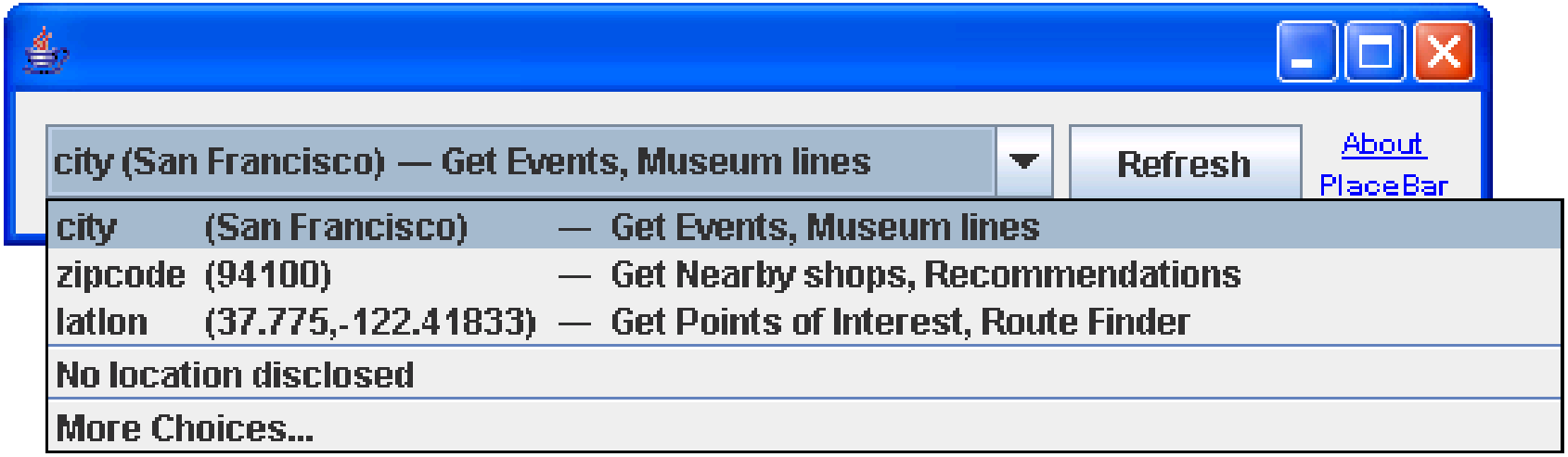
- Beispiel: Benachrichtigung wenn andere auf Lokationsinformationen zugreifen wollen (pull)
  - Vorgabe ist “unknown” (plausible deniability)



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]

Privacy in Confab

- 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 Tags

- 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)

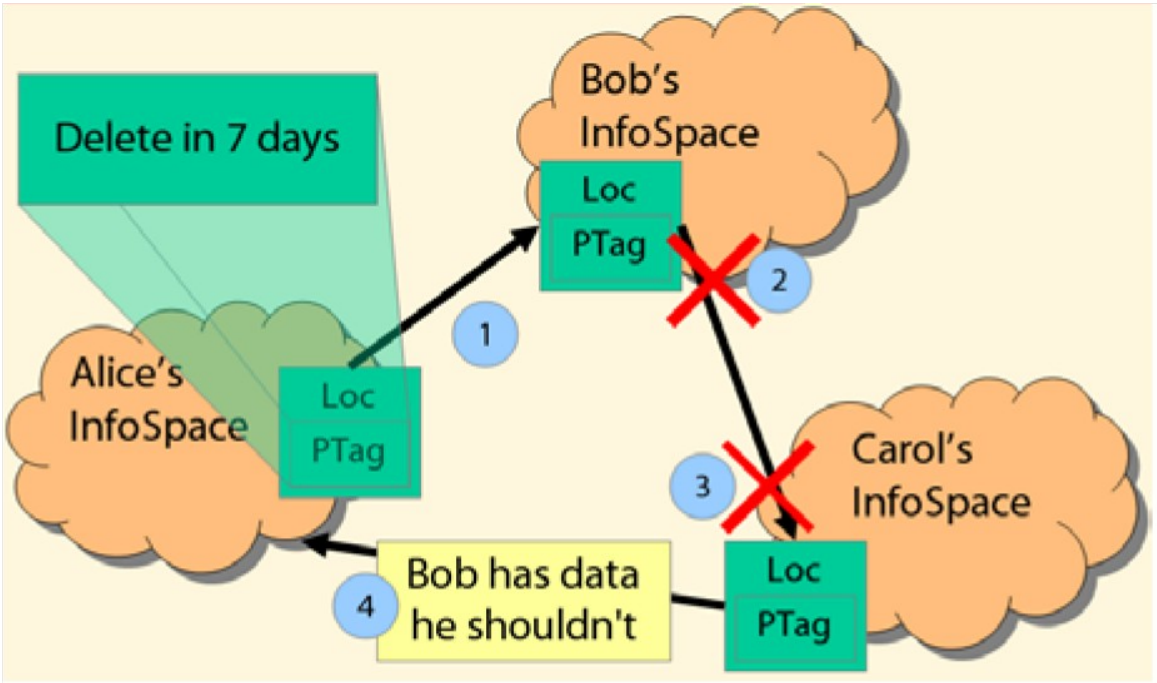
Enforcement durch Privacy Tags

(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

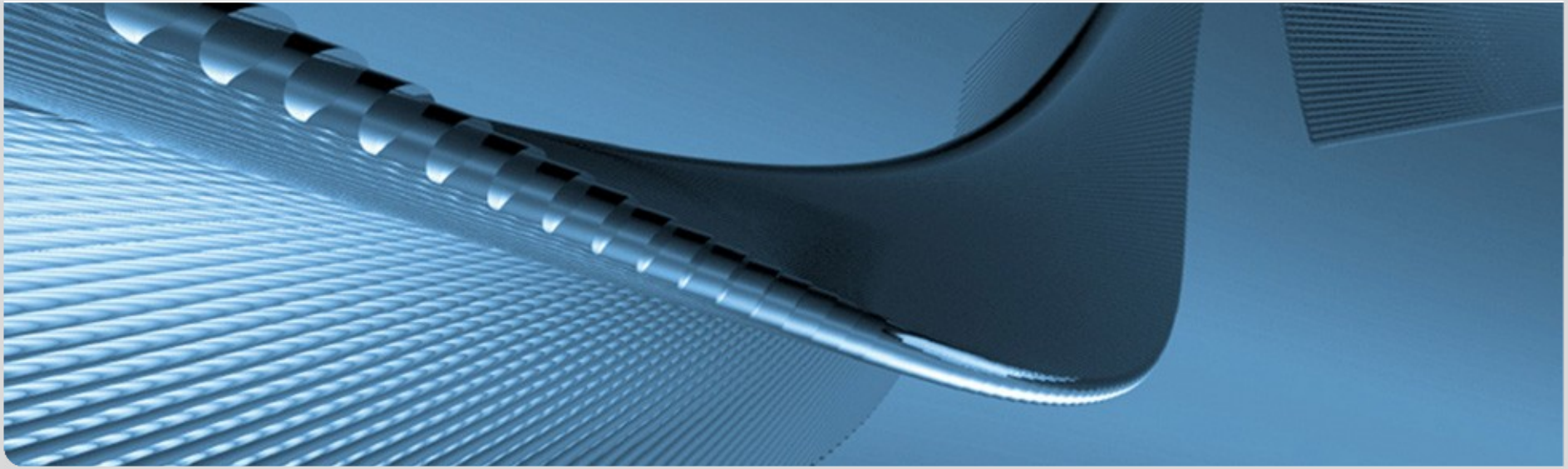
(4) Carol's InfoSpace: benachrichtigt Alice



Karlsruher Institut für Technologie

Zusammenfassung

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



Zusammenfassung

- 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

Literatur

[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