DATENBANKANWENDUNG

Wintersemester 2013/2014

Holger Schwarz
Universität Stuttgart, IPVS
holger.schwarz@ipvs.uni-stuttgart.de

Beginn: **23.10.2013**
Mittwochs: **11.45 – 15.15 Uhr, Raum 46-268 (Pause 13.00 – 13.30)**
Donnerstags: **10.00 – 11.30 Uhr, Raum 46-268**
11.45 – 13.15 Uhr, Raum 46-260

http://wwwlgis.informatik.uni-kl.de/cms/courses/datenbankanwendung/

TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN

11. Datenschutz und Zugriffskontrolle in DBS

- **Grundlagen**
  - Legislative Maßnahmen zum Datenschutz (BDSG)
  - Wer sind die Angreifer?
- **Technische Maßnahmen des Datenschutzes**
  - Zutritts- und Zugangskontrolle, Authentisierung
  - Weitergabekontrolle, Verfügbarkeitskontrolle, Zugriffskontrolle
- **Autorisierungsmodell mit expliziten Zugriffsrechten**
- **Zugriffskontrolle in SQL**
  - Vergabe und Kontrolle von Zugriffsrechten
  - Probleme des Rechteentzugs
- **Verfeinerung des Autorisierungsmodells**
  - Implizite Autorisierung bei Hierarchien
  - Rollenkonzept in SQL
- **Sicherheitsprobleme in statistischen DBs**
  - Inferenzkontrolle
  - Individuelle und allgemeine Tracker

Beobachtung

- **Immer mehr Daten werden gespeichert,** von Programmen analysiert und zwischen ihnen **ausgetauscht**.
- Neue Dimensionen beim Sammeln von Daten und dem daraus resultierenden Gefährdungspotential: E-*, Data Warehousing, Data Mining, Semantic Web, . . .
- Wesentliche Schwachpunkte existierender Schutzkonzepte: **mangelnde Differenzierbarkeit und Einheitlichkeit**
- Die Anzahl der Angreifer (Schnüffler, Hacker, Viren, . . .) nimmt zu! Deshalb sind Verlässliche Systeme gefragt! (Verfügbarkeit, Sicherheit, Schutz vor Attacken, Vertrauenswürdigkeit, ...)

Schutzziele

Schutzziele des technisch-organisatorischen Datenschutzes

- Verfügbarkeit
  - Verfahren und Daten stehen zeitgerecht zur Verfügung und können ordnungsgemäß angewendet werden.
- Vertraulichkeit
  - Auf Verfahren und Daten darf nur befugt zugegriffen werden.
- Integrität
  - Daten aus Verfahren bleiben unversehrt, zurechenbar und vollständig.
- Transparenz
  - Erhebung, Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Daten müssen mit zumutbarem Aufwand nachvollzogen, überprüft und bewertet werden können.
- Unverkettbarkeit
  - Verfahren sind so einzurichten, dass deren Daten nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand für einen anderen als den ausgewiesenen Zweck erhoben verarbeitet und genutzt werden können (technisch-organisatorische Gewährleistung der Zweckbindung)
- Intervenierbarkeit
  - Verfahren sind so zu gestalten, dass sie dem Betroffenen die Ausübung der ihm zustehenden Rechte wirksam ermöglichen

Datenschutz

- **Legislative Maßnahmen (Datenschutzgesetze)**[1]
  - **Festlegung, welche Daten in welchem Umfang schutzbedürftig sind**
  - **Vorschriften, die Missbrauch der Daten entgegenwirken**
  - (Festlegung, welche Daten von wem gespeichert werden dürfen, welcher Zugriff auf Daten erlaubt ist, welche Weitergabe der Daten zulässig ist usw.)
- **BDSG will schutzwürdige Belange der Betroffenen schützen**
  - Allgemeines Verbot der Verarbeitung personenbezogener Daten mit Erlaubnis gewisser Ausnahmen
    ⇨ *Verbotsprinzip mit Erlaubnisvorbehalt*
  - Gewährung spezieller Rechte für die Betroffenen (Auskunft, Berichtigung, Sperrung, Löschung)
  - Einführung besonderer Maßnahmen technischer und organisatorischer Art

1. http://www.bfdi.bund.de/SharedDocs/Publikationen/Infobroschueren/INFO1_Januar_2011.html?nn=409164
http://de.wikipedia.org/wiki/Bundesdatenschutzgesetz

BDSG-Anlage (zu § 9, Satz 1, vom Januar 2011)

Öffentliche und nicht-öffentliche Stellen, die selbst oder im Auftrag personenbezogene Daten erheben, verarbeiten oder nutzen, haben die technischen und organisatorischen Maßnahmen zu treffen, die erforderlich sind, um die Ausführung der Vorschriften dieses Gesetzes, insbesondere die in der Anlage zu diesem Gesetz genannten Anforderungen, zu gewährleisten. Erforderlich sind Maßnahmen nur, wenn ihr Aufwand in einem angemessenen Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck steht.

Grundregeln zum Datenschutz (zu § 9 Satz 1, vom Januar 2011)

Werden personenbezogene Daten automatisiert verarbeitet oder genutzt, ist die inner-behördliche oder innerbetriebliche Organisation so zu gestalten, dass sie den besonderen Anforderungen des Datenschutzes gerecht wird. Dabei sind insbesondere Maßnahmen zu treffen, die je nach der Art der zu schützenden personenbezogenen Daten oder Daten-kategorien geeignet sind,

1. Unbefugten den Zutritt zu Datenverarbeitungsanlagen, mit denen personenbezogene Daten verarbeitet oder genutzt werden, zu verwehren (**Zutrittskontrolle**),
2. zu verhindern, dass Datenverarbeitungssysteme von Unbefugten genutzt werden können (**Zugangskontrolle**),
3. zu gewährleisten, dass die zur Benutzung eines Datenverarbeitungssystems Berechtigten ausschließlich auf die ihrer Zugriffsberechtigung unterliegenden Daten zugreifen können, und dass personenbezogene Daten bei der Verarbeitung, Nutzung und nach der Speicherung nicht unbefugt gelesen, kopiert, verändert oder entfernt werden können (**Zugriffskontrolle**),

BDSG-Anlage (zu § 9, Satz 1, vom Januar 2011)

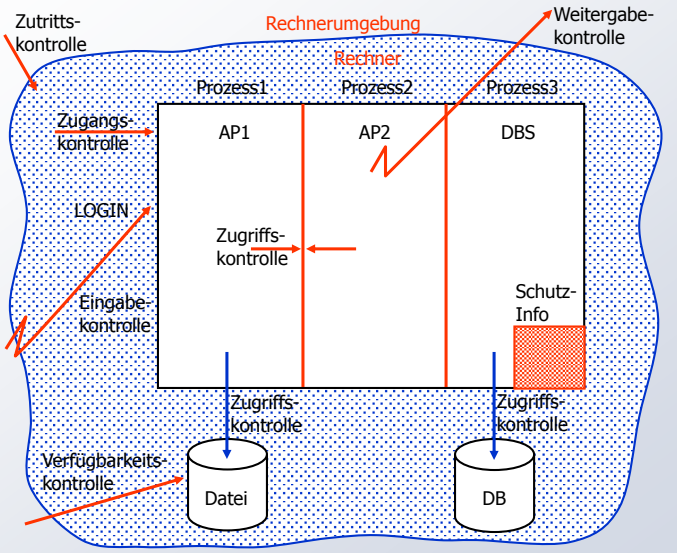
4. zu gewährleisten, dass personenbezogene Daten bei der elektronischen Übertragung oder während ihres Transports oder ihrer Speicherung auf Datenträger nicht unbefugt gelesen, kopiert, verändert oder entfernt werden können, und dass überprüft und festgestellt werden kann, an welche Stellen eine Übermittlung personenbezogener Daten durch Einrichtungen zur Datenübertragung vorgesehen ist (**Weitergabekontrolle**),
5. zu gewährleisten, dass nachträglich überprüft und festgestellt werden kann, ob und von wem personenbezogene Daten in Datenverarbeitungssysteme eingegeben, verändert oder entfernt worden sind (**Eingabekontrolle**),
6. zu gewährleisten, dass personenbezogene Daten, die im Auftrag verarbeitet werden, nur entsprechend den Weisungen des Auftraggebers verarbeitet werden können (**Auftragskontrolle**),
7. zu gewährleisten, dass personenbezogene Daten gegen zufällige Zerstörung oder Verlust geschützt sind (**Verfügbarkeitskontrolle**),
8. zu gewährleisten, dass zu unterschiedlichen Zwecken erhobene Daten getrennt verarbeitet werden können.

Eine Maßnahme nach Satz 2 Nummer 2 bis 4 ist insbesondere die Verwendung von dem Stand der Technik entsprechenden Verschlüsselungsverfahren.

Technische Maßnahmen des Datenschutzes

- **Technische Maßnahmen**
  - Zutritts- und Zugangskontrolle, Authentisierung
  - Weitergabekontrolle in Rechnernetzen
  - Zugriffs- und Verfügbarkeitsskontrolle: Isolation der Benutzer und Betriebsmittel, Schutz der Geräte
  - Zugriffskontrolle: Autorisierung des Zugriffs auf gemeinsame Daten
  - Datenflusskontrolle beim Datentransport
  - Inferenzkontrolle bei statistischen DB

Technische Maßnahmen des Datenschutzes



⇨ Das „schwächste Glied " in einer Kette von Maßnahmen bestimmt die Sicherheit des Gesamtsystems

Wer sind die Angreifer?

- **Klassifikation**
  - Mitarbeiter (allergrößte Gruppe der Angreifer)
  - Wannabees („Ich will Hacker werden"; sie finden es „cool")
  - Script-Kidies
  - Cracker (Zerstören Systeme!)
  - Hacker- Gemeinde ist nicht monolithisch[2]
    - „black hats": kriminell motivierte Cracker
    - „grey hats": schwanken zwischen guter und böser Absicht
    - **„white hats"**: haben lautere Motive, etwa um durch Aufdecken von Sicherheitslücken IT-Systeme zu verbessern (Datenklau mit Rückgabegarantie!). Viele dieser „ethischen Hacker" arbeiten irgendwann als IT-Profis in Unternehmen oder machen sich als Berater selbstständig.
  - Gurus & Wizards (kriegen fast jede Kiste auf!)
  - Professionelle Industriespione, Geheimdienste

2. www.elfqrin.com/docs/BeingHacker.html, www.plethora.net/~seebs/faqs/hacker.html

Die Hackerethik

Der Chaos Computer Club[3]

- **Ziele**
  - Freiheit der Information, Recht auf Kommunikation, Informationelle Selbstbestimmung
  - Forum für kreative Techniknutzer („Hacker")
  - kritische Analyse und Aufzeigen der Gefahren der Informationsgesellschaft
  - Cyber-Rights, Lobbyarbeit, Verbreitung der Hacker-Ethik
- **Hackerethik**
  - Der Zugang zu Computern und allem, was einem zeigen kann, wie diese Welt funktioniert, sollte unbegrenzt und vollständig sein!
  - Alle Informationen müssen frei sein!
  - Misstraue Autoritäten – fördere Dezentralisierung!
  - Beurteile einen Hacker nach dem, was er tut und nicht nach üblichen Kriterien wie Aussehen, Alter, Rasse, Geschlecht oder gesellschaftlicher Stellung!
  - Man kann mit einem Computer Kunst und Schönheit schaffen!
  - Computer können dein Leben zum Besseren verändern!
  - Mülle nicht in den Daten anderer Leute!
  - Öffentliche Daten nützen, private Daten schützen!

3. www.ccc.de

Die Hackerethik

Information Warfare

- **Und International?[4]**
  - Gemeinsame Erklärung von CCC, 2600, L0pht, Phrack, Cult of the Dead Cow, Pulhas, !Hispahack u. a.
  - Mehr als 120 Hackergruppen haben unterzeichnet
  - „We - the undersigned - strongly oppose any attempt to use the power of hacking to threaten or destroy the information infrastructure of a country, for any reason. Declaring „war" against a country is the most irresponsible thing a hacker group could do. This has nothing to do with hacktivism or hacker ethics and is nothing a hacker could be proud of."
  - „The signatories to this statement are asking hackers to reject all actions that seek to damage the information infrastructure of any country. **DO NOT** support any acts of „**Cyberwar**". Keep the networks of communication alive. They are the nervous system for human progress".

4. 2600: The Hacker Quaterly (www.2600.com)

Zutritts- und Zugangskontrolle

Kernfrage 1
Wie erkennt ein Rechensystem einen berechtigten Benutzer?

⇨ **Frage nach der Identifikation/Authentisierung**

- **Organisatorische Maßnahmen** (Zutrittskontrolle, bauliche Maßnahmen, . . .)
- **Identitätskontrolle (Authentisierung)**
  Nachweis der Identität des Benutzers gegenüber Transaktionssystem bzw. gegenüber BS und DBS
  ⇨ Verfahrensklassen bei Authentisierung
- **Standard: Passwortmethoden**

Benutzer System Passwort-Datei

Id =

PW =

ID	PW

- **Was man ist, was man hat, was man weiß**
  - Benutzercharakteristika werden überprüft (Stimme, Handgeometrie, Fingerabdruck, Unterschrift, . . ., „der Körper als Ausweis").
  - Ausgehändigte Gegenstände ermöglichen Zugriff (Schlüssel für Terminal, maschinell lesbare Ausweise).
  - Authentisierung mittels Wissen (Frage-Antwort-Methoden, Challenge-Response-Verfahren)

Authentisierung

Kernfrage 2
Wie kann ich mich gegenüber einen anderen zweifelsfrei ausweisen? Wie kann ich sicher sein, dass eine Nachricht wirklich von dem anderen Sender stammt?

⇨ **Frage nach der Authentisierung von Systemen/Dokumenten**

- **Authentisierung**[5]
  - Nachweis der Identität des Benutzers (Netzknoten, Dokument)
  - Authentisierung bezieht sich auf die Quelle der Information (Sender-Authentisierung) und auf ihren Inhalt (Datenintegrität).
- **Beidseitige Authentisierung für Rechner-Rechner-Kommunikation**
  - Challenge-Response-Verfahren
  - Einigung auf kryptographisches Verfahren, Schlüsselaustausch
  - Authorization-Encryption: Chiffrierschlüssel mit Gültigkeit für die gesamte Sitzung (*Session*) dient der Autorisierung (ohne ständig die beidseitige Authentisierung wiederholen zu müssen).
- **Nachrichtenauthentisierung**
  - Unterschriften, Echtheitsmerkmale
  - Der Ersteller besitzt etwas, mit dessen Hilfe er das Dokument authentisch macht.
- **Aber manchmal ist auch Anonymität erwünscht!**
  - Wie kann das mit Rechnern simuliert werden?
  - Anonymität und Verlässlichkeit: Prisoner's Dilemma als Spiel [6]

5. authentisieren = für glaubwürdig, rechtsgültig machen; oft auch: authentifizieren = die Echtheit bezeugen, beglaubigen
6. http://serendip.brynmawr.edu/playground/pd.html

Weitergabekontrolle

Kernfrage 3
Wie kann ich mit jemand vertraulich kommunizieren?
⇨ **Frage nach der Geheimhaltung der Information**

Neben organisatorischen und baulichen Maßnahmen hier vor allem

- **Kryptographische Maßnahmen**
  - Symmetrische Verfahren
    - Schlüssel K wird zum Ver- und Entschlüsseln verwendet (wenig Aufwand)
    - Ersetzungs- und Versetzungsverfahren (DES: *Data Encryption Standard*)
  - Asymmetrische Verfahren
    - Sie beruhen auf dem Einsatz von zwei einander zugeordneten Schlüsseln S (secret) und P (public)[7]
    - RSA-Verfahren ist am bekanntesten (R. Rivest, A. Shamir, L. Adleman)

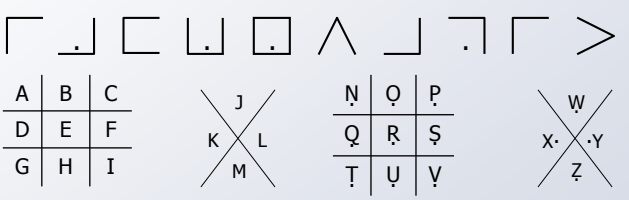
    ⇨ Sie heißen auch Public-Key-Verfahren
    (typischerweise Faktor 1000 langsamer als symmetrische Verfahren)
    - aber auch: Steganographie

⇨ Wer das „Geheimnis" kennt, kommt auch an die Information!

7. Sie werden aus Primzahlen mit oft ~150 Stellen abgeleitet. Der Primzahl-Rekord (Aug. 2008) liegt bei 12 978 189 Ziffern: die bisher größte bekannte Primzahl lautet 243 112 609– 1 (Mersenne Prime). Das größte derzeit bekannte Paar von Primzahlzwillingen ist 65516468355 · 2333333 ± 1 (= 111659...716160 ± 1) . Siehe auch GIMPS-Projekt (http://haugk.co.uk/category/gimps/).

Kryptographische Verfahren

- **Kryptographie**
  - befasst sich mit dem Ver- und Entschlüsseln von Nachrichten
  - Sicherheit ergibt sich aus der Qualität des eingesetzten Algorithmus (nicht aus der Verschleierung des Verfahrens ⇨ Steganographie).
- **Beispiele aus der Geschichte**
  - Caesar-Chiffre: Jeder Buchstabe des Alphabets wird durch seinen Nachfolger ersetzt.
  - Freimaurer (16. Jhd.): Ersetzung der Buchstaben durch geometrische Figuren



  - Spanische Geheimschrift (16. Jhd.): Ersetzung von Buchstabenpaaren durch spezielle Zeichen: vermutlich $25^2 = 625$ Zeichen
- **Verschlüsselungsbeispiel**

Nachricht M:	Das ist Klartext
Schlüssel K:	azxbazxbazxba
Chiffre C:	xywwusrfeqzphj

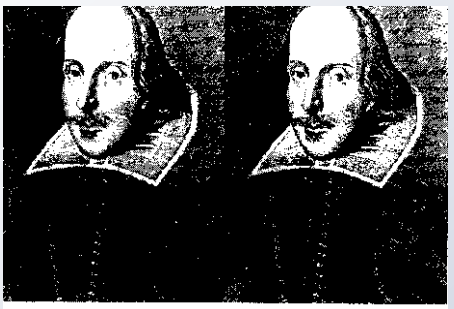
- **Schlüsselaustausch**
  - Sender und Empfänger müssen das „Geheimnis" kennen.
  - Schlüssel K (oder S/P) erlaubt die Entschlüsselung.

Steganographie

- **Ziel: Verschlüsselte Informationen so zu speichern, dass**
  - niemand diese Informationen findet und dass
  - niemand beweisen kann, dass verschlüsselte Informationen da sind.

  ⇨ liefert Argumente für die Gegner staatlich kontrollierter Chiffrierverfahren!
- **Mögliche Anwendung**

  Nutzung der niederwertigsten Bits in Daten vom Typ Bild, Ton, . . .



Das linke Bild ist das Original, im rechten Bild ist der Text *Steganography is the art and science of communicating in a way which hides the existence of the communication. In contrast to cryptography, where the „enemy" is allowed to detect, intercept and modify messages without being able to violate certain security premises guaranteed by a crypto-system, the goal of steganography is to hide messages inside other "harmless" messages in a way that does not allow any "enemy" to even detect that there is a second secret message present [Markus Kuhn 1995-07-03]* versteckt.

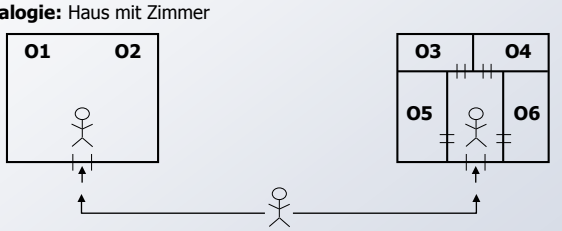
Verarbeitungs- und Zugriffskontrolle

Kernfrage 4

Wie kann ich erreichen, dass die unbefugte Benutzung von Systemressourcen unterbleibt?

⇨ **Frage nach der Verarbeitungskontrolle (bei Prozessen und Dateien)**

- **Prozesse und Virtuelle Adressräume**
  - Isolation durch Prozess
  - Prozess ist oft Einheit der Adressierung, der Betriebsmittelvergabe sowie des Schutzes
  - **Analogie:** Haus mit Zimmer

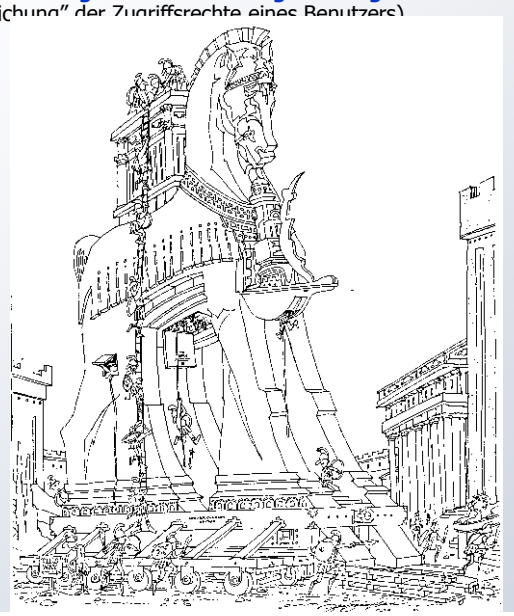


- **Kontrollprobleme bei gemeinsamer Nutzung oder Infiltration**
  - nur Eingangskontrolle
  - Problem des Trojanischen Pferdes
- **Verbesserung**
  - Zugriff auf einzelne Dateien
  - Kontrolle durch Passwort (Schlüssel)
  - Problem der vielen Schlüssel (Gruppenschlüssel)

  ⇨ aber als Zugriffsprinzip: „alles oder nichts"!

„Trojan Horse"-Problem

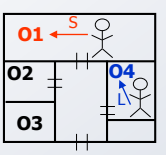
- **Problem der Zugriffsbeschränkung bei Programmen**
  („Erschleichung" der Zugriffsrechte eines Benutzers)

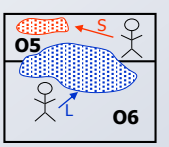


Zugriffskontrolle

Kernfrage 5
Wie kann ich erreichen, dass Benutzer mit unterschiedlichen Rechten gemeinsam auf Daten zugreifen können?
⇨ **Frage nach der Zugriffskontrolle (bei Daten)**

- **Zugriffskontrolle (Autorisierung)**
  - Vergabe von Zugriffsrechten (Lesen, Schreiben, . . .) auf DB-Objekten, Programmen usw.
  - Ziele
    - Verhinderung von zufälligen oder böswilligen Änderungen
    - möglichst weitgehende Isolation von Programmfehlern
    - Verhinderung von unberechtigtem Lesen/Kopieren
- **Analogie**





Minimale Objektgranulate
(z.B. durch Sichten)

- **Kontrollkonzepte**
  - unbeschränkte Zugriffskontrolle (Schlüssel + Privileg)
  - Teilordnung der Nutzungsprivilegien
  - Prinzip des kleinstmöglichen Privilegs
    - Need-to-know-Prinzip
    - **Least Privilege Principle**
  - kooperative Autorisierung (n Schlüssel)

Autorisierungsmodell

- **Explizite Autorisierung**[8]
  - Der Zugriff auf ein Objekt o kann nur erfolgen, wenn für den Benutzer (Subjekt s) ein Zugriffsrecht (Privileg p) vorliegt
  - Autorisierungsregel (o, s, p) legt eine explizite starke Autorisierung mit positivem Recht fest
- **Schutzinformation als Zugriffsmatrix**

  Subjekte: Benutzer, Programme, Terminals

  Objekte: Programme (Anwendungs-, Dienstprogramme), DB-Objekte (Relationen, Sichten, Attribute)

  Zugriffsrechte: Lesen, Ändern, Ausführen, Erzeugen, Weitergabe von Zugriffsrechten usw., ggf. abhängig von Terminal, Uhrzeit usw.

8. Dieses Modell wird im Englischen als Discretionary Access Control (DAC) bezeichnet. Wegen seiner Einfachheit ist DAC weit verbreitet. „discretionary" bedeutet in etwa „nach dem Ermessen des Subjekts". Bei dieser benutzerbestimmbaren Zugriffskontrolle wird die Entscheidung, ob auf eine Ressource zugegriffen werden darf, allein auf der Basis der Identität des Benutzers getroffen. Das heißt, die Zugriffsrechte für (Daten-)Objekte werden pro Benutzer festgelegt, der allein sie vergeben und wieder zurückziehen darf. Eine Abschwächung dieses Konzeptes stellt die Verwendung von Benutzerrollen bzw. -Gruppen dar. DAC bildet das Gegenteil der Mandatory Access Control (MAC), bei der die Zugriffsentscheidung aufgrund von allgemeinen Regeln und zusätzlicher Informationen über den Benutzer getroffen wird.

Autorisierungsmodell (2)

- **Schutzinformation als Zugriffsmatrix**

  Subjekte: Benutzer, Programme, Terminals

  Objekte: Programme (Anwendungs-, Dienstprogramme), DB-Objekte (Relationen, Sichten, Attribute)

  Zugriffsrechte: Lesen, Ändern, Ausführen, Erzeugen, Weitergabe von Zugriffsrechten usw., ggf. abhängig von Terminal, Uhrzeit usw.

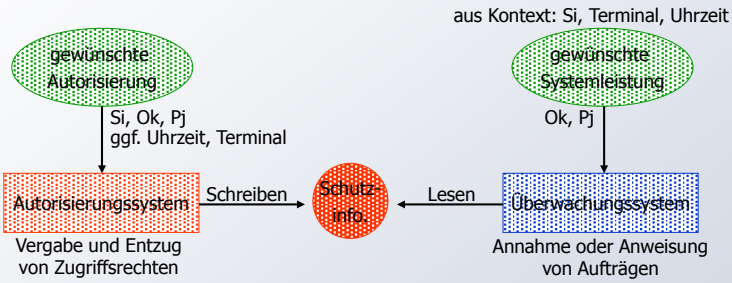
	Objekte				
Subjekte, Benutzer	O1	O2	O3	...	On
B1	P1, P2		P3		Pi
B2		P1	P2, P3		P1
B3		P2, P3	P2		
⋮					
Bm	P1, P2	Pi	P1		Pi, Pk

- **Zugriffsmatrix ist typischerweise sehr groß und dünn besetzt**

  ⇨ Welche Realisierungstechniken bieten sich an?

Autorisierungsmodell (3)

- **Autorisierungs**[9]- und Überwachungssystem



9. Verfeinerungen des Modells gestatten eine implizite Autorisierung von Subjekten, Operationen und Objekten durch Nutzung entsprechender Hierarchien.

Autorisierungsmodell (4)

- **Autorisierung**
  - zentrale Vergabe der Zugriffsrechte (DBA)
  - dezentrale Vergabe der Zugriffsrechte durch Eigentümer der Objekte
- **Objektgranulat**
  - wertunabhängige oder
  - wertabhängige Objektfestlegung
- **Wirksamkeit der Zugriffskontrolle beruht auf drei Annahmen:**
  - fehlerfreie Benutzer-Identifikation/-Authentisierung
  - erfolgreiche Abwehr von (unerwarteten) Eindringlingen (vor allem strikte Isolation der Benutzer- und DBS-Prozesse sowie Weitergabekontrolle)
  - Schutzinformation ist hochgradig geschützt!

Autorisierungsmodell (5)

- **Realisierungstechniken für die Zugriffsmatrix**
  - Zugriffskontroll-Liste: $O_i : (B_j, P_k)$, (B_m, P_l), . . .
    (in Unix als Bitliste realisiert)
  - Rechte-Liste: $B_j : (O_k, P_m)$, (O_n, P_r), . . .
    (Capability-Liste)
  - Schlüssel/Schloss-Prinzip: $B_i : (O_k, K_j)$
    $O_k : (P_m, L_n)$
    Wenn $K_j = L_n$ dann hat B_i Zugriff auf O_k mit P_m
- **Operationen**
  - neue Benutzer, Objekte
  - Vergabe und Entziehen von Rechten
  - Aufruf von Domänen (als Objekte modelliert) → Enter
  - Rollen in Unix: Eigentümer, Gruppe, Public

Autorisierungsmodell (6)

- **Autorisierungs-Stack (in SQL)**

Autorisierungs-Stack		
AuthID	**Rollenname**	
-	-	
Julia	(null)	Stored Procedure
(null)	AW-Prog.	Embedded SQL
Daniel	(null)	Betriebssystem-Login

  - Abbildung von BS- und DBS-AuthIDs und Rollen
  - Rechtetransfer oder Ausführungserlaubnis (Enter)

Zugriffskontrolle in SQL

- **Sicht-Konzept erlaubt wertabhängigen Zugriffsschutz**
  - Untermengenbildung, Verknüpfung von Relationen, Verwendung von Aggregat-Funktionen
  - Umsetzung durch **Anfragemodifikation** möglich
- **Vergabe von Rechten**

```
GRANT   {privileges-commalist | ALL PRIVILEGES}
        ON accessible-object TO grantee-commalist
        [WITH GRANT OPTION]
```

- **Zugriffsrechte** (privileges)
  - SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE, REFERENCES, USAGE, TRIGGER, CONNECT, EXECUTE, . . .
  - Attributeinschränkung bei INSERT, UPDATE und REFERENCES möglich
  - Erzeugung einer „abhängigen" Relation erfordert REFERENCES-Recht auf von Fremdschlüsseln referenzierten Relationen.
  - USAGE erlaubt Nutzung spezieller Wertebereiche (character sets).
  - dynamische Weitergabe von Zugriffsrechten: WITH GRANT OPTION (GO: dezentrale Autorisierung)

Zugriffskontrolle in SQL (2)

- **Vergabe von Rechten**

```
GRANT   {privileges-commalist | ALL PRIVILEGES}
        ON accessible-object TO grantee-commalist
        [WITH GRANT OPTION]
```

- **Objekte** (accessible-object)
  - Relationen bzw. Sichten
  - aber auch: Domänen, Datentypen, Routinen usw.
- **Empfänger** (grantee)
  - Liste von Benutzern bzw. PUBLIC
  - Liste von Rollennamen
- **Beispiele**
  - GRANT SELECT ON Abt TO PUBLIC
  - GRANT INSERT, DELETE ON Abt TO Mueller, Weber WITH GRANT OPTION
  - GRANT UPDATE (Gehalt) ON Pers TO Schulz
  - GRANT REFERENCES (Pronr) ON Projekt TO PUBLIC

Zugriffskontrolle in SQL (3)

- **Rücknahme von Zugriffsrechten**

```
REVOKE  [GRANT OPTION FOR] privileges-commalist
        ON accessible-object FROM grantee-commalist
        {RESTRICT | CASCADE}
```

Beispiele: REVOKE DELETE ON Abt FROM Weber CASCADE
REVOKE GRANT OPTION FOR INSERT ON Abt FROM Mueller

- **Wünschenswerte Entzugssemantik**

Der Entzug eines Rechtes ergibt einen Schutzzustand, als wenn das Recht nie erteilt worden wäre.

⇨ ggf. fortgesetztes Zurücknehmen von Zugriffsrechten

- **Probleme**
  - Rechteempfang aus verschiedenen Quellen
  - verschiedene Entzugssemantiken:
    - zeitabhängige Interpretation
    - zeitunabhängige Interpretation

⇨ Führen der Abhängigkeiten in einem *Autorisierungsgraph* erforderlich

Zugriffskontrolle in SQL (4)

- **Autorisierungsgraph mit zeitabhängiger Interpretation**

Der Entzug eines Rechtes ergibt einen Schutzzustand, als wenn das Recht nie erteilt worden wäre.

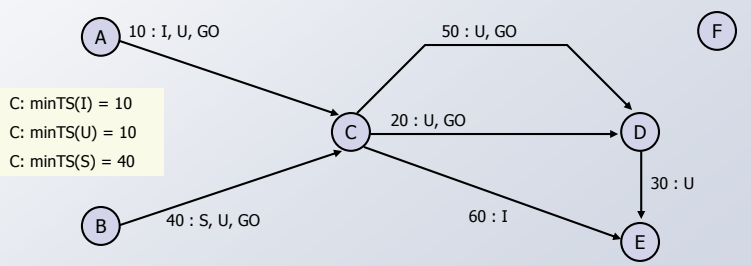
⇨ Vergabe von Zeitstempeln für jedes Zugriffsrecht bei Autorisierung

- **Beispiel**

10 : A: GRANT INSERT, UPDATE ON Pers TO C WITH GRANT OPTION
20 : C: GRANT UPDATE ON Pers TO D WITH GRANT OPTION
30 : D: GRANT UPDATE ON Pers TO E
40 : B: GRANT SELECT, UPDATE ON Pers TO C WITH GRANT OPTION
50 : C: GRANT UPDATE ON Pers TO D WITH GRANT OPTION
60 : C: GRANT INSERT ON Pers TO E

Weitere Vergabe

70 : D: GRANT UPDATE ON Pers TO F



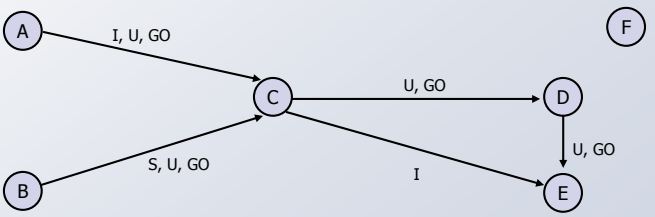
Rücknahme

80 : A: REVOKE INSERT, UPDATE ON Pers FROM C CASCADE

Zugriffskontrolle in SQL (5)

- **Autorisierungsgraph mit zeitunabhängiger Interpretation**
  Der rekursive Entzug eines Rechtes wird nicht fortgesetzt, sobald der Geber noch mindestens ein gleiches Recht für das Objekt von einer unabhängigen Quelle hat.
  ⇨ Überprüfung der Quellenunabhängigkeit bei jeder Rechtevergabe
- **Beispiel**
  A: GRANT INSERT, UPDATE ON Pers TO C WITH GRANT OPTION
  C: GRANT UPDATE ON Pers TO D WITH GRANT OPTION
  D: GRANT UPDATE ON Pers TO E WITH GRANT OPTION
  B: GRANT SELECT, UPDATE ON Pers TO C WITH GRANT OPTION
  C: GRANT UPDATE ON Pers TO D WITH GRANT OPTION
  C: GRANT INSERT ON Pers TO E

  Weitere Vergabe
  D: GRANT UPDATE ON Pers TO F
  E: GRANT UPDATE ON Pers TO C



Rücknahme
A: REVOKE INSERT, UPDATE ON Pers FROM C CASCADE
B: REVOKE SELECT, UPDATE ON Pers FROM C CASCADE

Verfeinerungen des Autorisierungsmodells

- **Implizite Autorisierung**
  - hierarchische Anordnung von Subjekten, Objekten und Operationen
  - explizite Autorisierung auf einer Hierarchiestufe bewirkt implizite Autorisierungen auf anderen Hierarchiestufen
- **Negative Autorisierung**
  - stellt ein Verbot des Zugriffs ($\neg p$) dar
  - kann explizit und implizit erfolgen
- **Schwache Autorisierung**
  - kann als Standardeinstellung verwendet werden
    (Leserecht eines Objektes für gesamte Gruppe, die aus Teilgruppen besteht)
  - erlaubt Überschreibung durch starkes Verbot (Teilgruppe erhält explizites Leseverbot)
  - Schreibweise: [. . .]

Verfeinerungen des Autorisierungsmodells (2)

- **Autorisierungsalgorithmus**

wenn es eine explizite oder implizite **starke** Autorisierung (o, s, p) gibt,
dann erlaube die Operation

wenn es eine explizite oder implizite **starke negative** Autorisierung ($o, s, \neg p$) gibt
dann verbiete die Operation

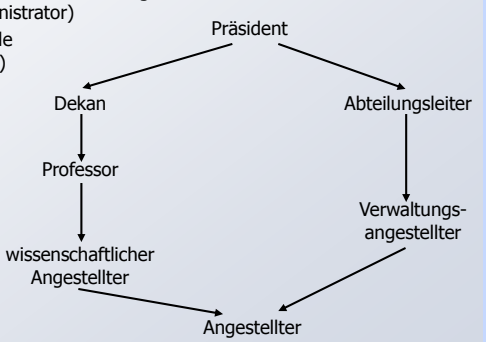
ansonsten
wenn es eine explizite oder implizite **schwache** Autorisierung [o, s, p] gibt,
dann erlaube die Operation

wenn es eine explizite oder implizite **schwache negative** Autorisierung [$o, s, \neg p$] gibt,
dann verbiete die Operation

sonst verbiete die Operation

Verfeinerungen des Autorisierungsmodells (3)

- **Implizite Autorisierung von Subjekten**
  - Einführung von Rollenhierarchien
  - zwei ausgezeichnete Positionen
    - eine eindeutige Rolle mit der maximalen Menge an Rechten (z.B. Präsident, Systemadministrator)
    - eine eindeutige grundlegende Rolle (z.B. Angestellter, Hiwi)



- **Explizite positive Autorisierung**
  ⇨ implizite positive Autorisierung auf allen höheren Hierarchiestufen
- **Explizite negative Autorisierung**
  ⇨ implizite negative Autorisierung auf allen niedrigeren Hierarchiestufen

Rollenkonzept in SQL

- **Rollenkonzept**
  - bisher: (explizite) Zuordnung von Zugriffsrechten zu Benutzern
  - SQL:1999 erlaubt die Definition von Rollen
  - **Ziel:** Vereinfachung der Definition und Verwaltung komplexer Mengen von Zugriffsrechten
    - Erzeugung von Rollen und Vergabe von Zugriffsrechten (Autorisierungen)
    - Kontrolle der Aktivitäten (Einhaltung der vorgegebenen Regeln)

Rollenkonzept in SQL (2)

- **Wichtige Rollen**
  - **Systemadministrator**
    - Sie „besitzt" sämtliche Ressourcen des DBS und ist zur Ausführung einer jeden DB-Anweisung autorisiert.
    - Rolle verwaltet eine DBS-Instanz, die mehrere DBS umfassen kann.
    - Bei DB2/UDB gibt es beispielsweise zwei Untergruppen: Systemkontrolle und Systemwartung.
  - **DB-Administrator**
    - Rolle gilt für eine spezielle DB mit allen Zugriffsrechten.
  - **Anwendungsentwickler**
    - typische Zugriffsrechte: Verbindung zur DB herstellen (CONNECT), Tabellen erzeugen, AWPs an DB binden
    - Zugriffsrechte beziehen sich auf Menge spezieller DB-Objekte.
    - Kapselung von Rechten durch AWP bei statischem SQL
  - **Endbenutzer**
    - Rechte für Ad-hoc-Anfragen
    - CONNECT- und EXECUTE-Rechte für AWPs

Rollenkonzept in SQL (3)

- **Definition von Rollen**
  - CREATE ROLE Revisor
    CREATE ROLE Hauptrevisor
  - ⇨ **keine Hierarchie mit impliziter Vergabe!**
- **Vergabe von Rechten**
  - GRANT INSERT ON TABLE Budget TO Revisor
- **Zuweisung von Rollen**

```
GRANT     role-granted-commalist TO grantee-commalist
[WITH ADMIN OPTION]
```

  - Rollen werden Benutzern und Rollen explizit zugewiesen.
  - WITH ADMIN OPTION erlaubt die Weitergabe von Rollen.
  - Beispiel: GRANT Revisor TO Weber WITH ADMIN OPTION
- **Entzug von Rollen**

```
REVOKE [ADMIN OPTION FOR] role-revoked-commalist
    FROM grantee-commalist
    {RESTRICT | CASCADE}
```

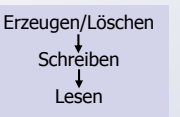
  - Beispiele
    REVOKE Revisor FROM Weber RESTRICT
    REVOKE ADMIN OPTION FOR Revisor FROM Weber CASCADE
  - WITH ADMIN OPTION ist „vorsichtig" einzusetzen

Rollenkonzept in SQL (4)

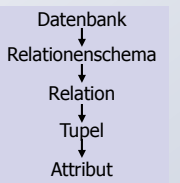
- **Anwendung**
  - Momentaner Rechtebesitz
    Revisor : P1, P2, P5
    Hauptrevisor : P3, P4
    Benutzer Schmidt : P1
  - Zuweisung von Rollen
    GRANT Revisor TO Hauptrevisor WITH ADMIN OPTION
    Hauptrevisor:
  - „A role can contain other roles"!
    GRANT Hauptrevisor TO Schmidt
    Schmidt:
  - Evolution von Rollen
    Grant P6 ON TABLE X TO Revisor
  - ⇨ Wer bekommt aktuell P6?
  - Entzug von Rollen
    Revoke Revisor FROM Hauptrevisor RESTRICT
    Revoke Revisor FROM Hauptrevisor CASCADE
    Revisor:
    Hauptrevisor:
    Schmidt:
  - ⇨ Implementierung der Rollenvergabe erfolgt sinnvollerweise referenziert und nicht materialisiert!

Verfeinerungen des Autorisierungsmodells

- **Implizite Autorisierung von Operationen**
  - Festlegung von Operationshierarchien



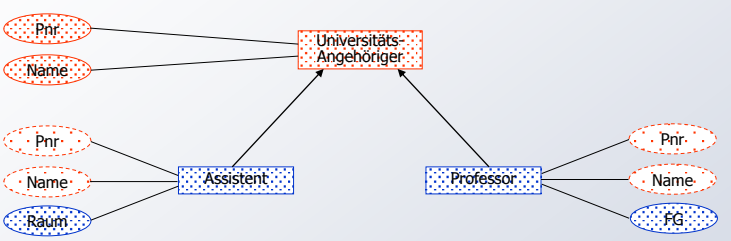
- **Explizite positive Autorisierung**
  - ⇨ implizite positive Autorisierung auf allen niedrigeren Ebenen
- **Explizite negative Autorisierung**
  - ⇨ implizite negative Autorisierung auf allen höheren Ebenen
- **Implizite Autorisierung von Objekten**
  Festlegung von Granulatshierarchien



- **Implikationen sind abhängig von Operationen**
  - Explizite Erlaubnis zum Lesen einer Relation impliziert das Recht, das Schema der Relation zu lesen
  - Explizite Erlaubnis zum Lesen eines Objektes impliziert automatisch, alle Objekte feinerer Granularität zu lesen
  - Definition einer Relation hat keine Implikationen

Verfeinerungen des Autorisierungsmodells (2)

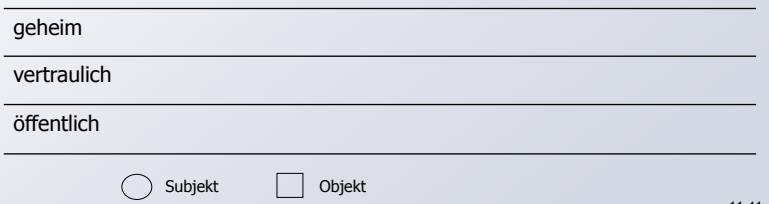
- **Implizite Autorisierung in Typhierarchien**
  - weitere Dimension der Autorisierung durch Generalisierung/Spezialisierung



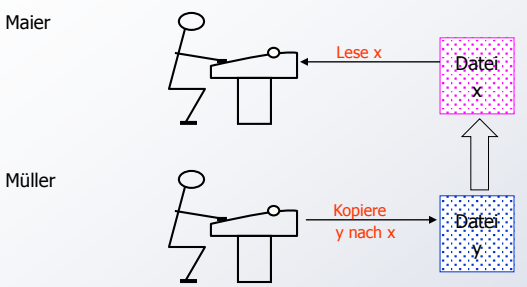
- **Benutzergruppen**
  - Verwaltungsangestellte (V) dürfen Namen aller Univ.-Angehörigen lesen
  - Wiss. Angestellte (W) dürfen Namen, Fachgebiet (FG) aller Profs lesen
- **Anfragen**
  - Q1: Lese die Namen aller Univ.-Angehörigen
  - Q2: Lese Namen und Fachgebiet aller Professoren
- **Drei Grundregeln**
  - Ein Zugriffsrecht auf einen Objekttyp impliziert ein gleichartiges Zugriffsrecht auf die vererbten Attribute in den Subtypen
  - Ein Zugriffsrecht auf einen Objekttyp impliziert auch ein gleichartiges Zugriffsrecht auf alle ererbten Attribute
  - Ein in einem Objekttyp definiertes Attribut ist mit den Zugriffsberechtigungen auf seinem Supertyp nicht zugreifbar

Verfeinerungen des Autorisierungsmodells (3)

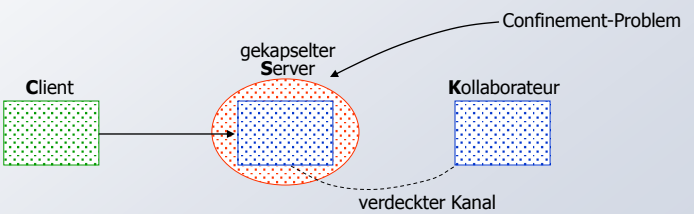
- **Hierarchische Objekt-/Subjektklassifikation nach Sicherheitsstufen**
  - Sicherheitshierarchie: streng geheim, geheim, vertraulich, öffentlich
  - hierarchische Klassifikation von Vertrauenswürdigkeit (bei Subjekten) und Sensitivität (bei Objekten)
    - clear (s), mit s als Subjekt (clearance)
    - class (o), mit o als Objekt (classification)
- **Mandatory Access Control** (Bell-LaPadula-Modell)
  - MAC-Modell realisiert hierarchische Objekt-/Subjektklassifikation mit zwei Zugriffsregeln
    - Ein Subjekt s darf ein Objekt o nur lesen, wenn class (o) ≤ clear (s)
    - Ein Objekt o muss mit mindestens der Einstufung des Subjektes s geschrieben werden: clear (s) = class (o) (oder clear (s) ≤ class (o))
    - ⇨ kein „write down" möglich
  - bietet potentiell größere Sicherheit, aber Benutzer unterschiedlicher Sicherheitsstufen können nur schwer zusammenarbeiten
- **Sicherheitshierarchie**



Datenflusskontrolle



- **Verdeckte Kanäle (covert channels)**



S und **K** haben den gleichen Eigentümer

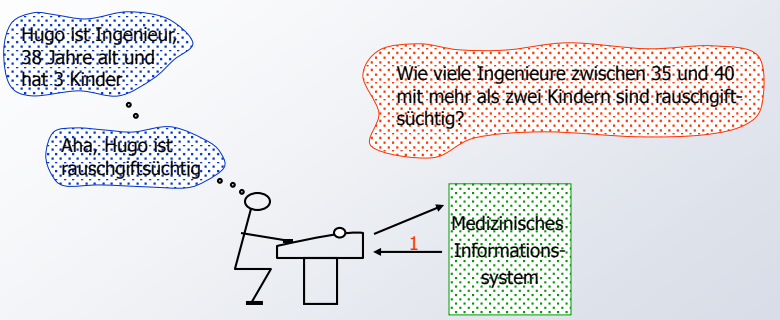
Datenflusskontrolle (2)

- **Beispiel**
  - Steuerabrechnung von C durch S
  - S darf nichts in Datei aufzeichnen oder an anderen Prozess schicken
- **Subtile Kommunikationskanäle: Bitströme auf Zeitraster abbilden**

	‘0’	‘1’	
S	rechnet	idle	**K** beobachtet seine Antwortzeit
S	produziert viele Seitenfehler	Keine	**K** beobachtet Systemleistung
S	sperrt Datei (Band, Plotter)	gibt Datei frei (Band, Plotter)	**K** fragt Sperrzustand ab

S teilt **K** Abrechnungsdaten für **C** mit: bei 95 K $ eine Abrechnungssumme von 100.95 $

Inferenzkontrolle



- **Datenschutzforderung**
  Zu Forschungszwecken sind personenbezogene Daten zu anonymisieren. Es ist nur der Einsatz statistischer Funktionen erlaubt wie AVG, MIN, MAX, COUNT, ...
  - ⇨ Einzelwerte dennoch oft ableitbar!

Sicherheitsprobleme in statistischen DB

- **Ableitungsbedingungen**
  - selektiven Anfragen (kleine Treffermengen)
  - Ergebnisverknüpfung mehrerer Anfragen
- **Beispiel**
  - statistische Anfragen auf Pers ohne Attribute Pnr und Name
  - Wissen über bestimmte Personen (z. B. Alter, Beruf, Familienstand, Firmenzugehörigkeit) kann leicht für gezielte Anfragen genutzt werden.

```
SELECT COUNT (*)
FROM Pers
WHERE Alter = 51 AND Beruf = 'Operateur'

SELECT AVG (Gehalt)
FROM Pers
WHERE Alter = 51 AND Beruf = 'Operateur'
```

  ⇨ Bei mehr als einem Treffer kann Treffermenge durch weitere Bedingungen reduziert werden.

  ⇨ Eine leere Treffermenge enthält auch Information!
- **Abhilfemöglichkeiten**
  - Antwortausgabe nur, wenn Treffermenge über festgelegtem Grenzwert liegt
  - Überprüfung, ob mehrere Anfragen aufeinander aufbauen
  - gezielte Einstreuung von kleineren Ungenauigkeiten

Sicherheitsprobleme in statistischen DB (2)

- **Bsp: N = 13, M = 5**

Name	Geschlecht	FB	Beginn	Abi-Note	BA-Note
Abel	W	Inf	2004	1.6	1.5
Bebel	W	Etech	2003	2.7	2.2
Cebel	M	Etech	2001	1.5	1.3
Damm	W	Inf	2004	1.0	1.0
Ehrlich	M	Bio	2002	2.8	2.6
Fuchs	M	Etech	1999	2.5	1.8
Grommel	M	Inf	2000	1.3	1.2
Heinrich	W	Chem	2004	2.5	2.0
Ibsen	M	Inf	2003	1.6	1.6
Jahn	W	Bio	2004	1.3	1.2
Kramer	W	Math	2004	2.8	2.2
Lustig	M	Etech	2002	1.6	1.8
Müller	M	Inf	1995	1.4	1.3

- **Statistische DB**

  #Werte: Geschlecht : 2
  FB : 10
  Abi-Note : 31

Sicherheitsprobleme in statistischen DB (3)

- **Zuordnung von anonymisierten Daten**
  - Voraussetzung
    - B kennt I
    - Daten von I sind in SDB repräsentiert und erfüllen C
  - Gesucht: Eigenschaft D von C
- **Charakteristische Formel C**

  C = (Geschlecht='W' ∧ FB='Etech'), kurz: (W ∧ Etech)

  1. COUNT (C) =

  2. SUM (C, BA-Note) =

  oder

  1. COUNT (C ∧ BA-Note = 2.1) =

  2. COUNT (C ∧ BA-Note = 2.2) =

  . . .
- **Forderung**

  COUNT (C) > 1

  SUM (C, BA-Note) — verboten!

  1

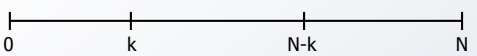
  SUM (Etech, BA-Note) – SUM (Etech ∧ M; BA-Note)

  COUNT(C) = N-COUNT(¬C)

Sicherheitsprobleme in statistischen DB (4)

- **Forderung: Anfrage nur erlaubt, falls**

  $k \leq |C| = \text{Count}(C) \leq N-k, \qquad 1 < k < N/2$



- **Einsatz von Trackern**
  - Vorgehensweise: Antwortmenge wird mit zusätzlichen Sätzen aufgebläht, deren Beitrag zu den Statistiken anschließend wieder herausgefiltert wird
  - Gesucht: Eigenschaft D von C

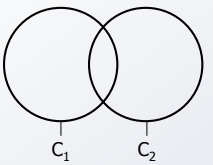
    $\text{Count}(C \wedge D) \leq \text{Count}(C) < k$ — verboten!
  - Zerlegung: $C = C_1 \wedge C_2$

    mit
    $k \leq \text{Count}(C_1 \wedge \neg C_2) \leq \text{Count}(C_1) \leq N-k$
  - **$T = (C_1 \wedge \neg C_2)$ heißt individueller Tracker von I**

Sicherheitsprobleme in statistischen DB (5)

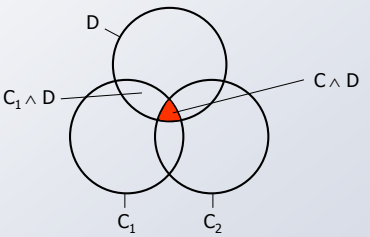
- **Angriff mit Trackern**

  Count (C) = Count ($C_1 \wedge C_2$) = Count (C_1) - Count ($C_1 \wedge \neg C_2$)



  - Berechne

    Count ($C \wedge D$) = Count ($T \vee C_1 \wedge D$) - Count (T)



also:

Count ($C \wedge D$) = 0	→	I hat nicht Eigenschaft D
Count ($C \wedge D$) = Count (C)	→	I hat Eigenschaft D
Count (C) = 1	→	Attributwert von A berechenbar über Sum (C, A) = Sum (C_1, A) – Sum (T, A)

Sicherheitsprobleme in statistischen DB (6)

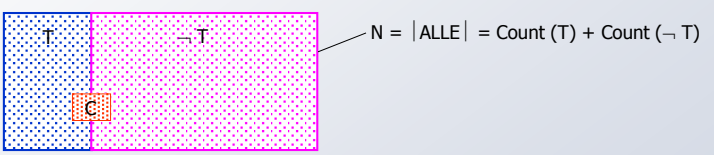
- **Allgemeiner Tracker** ist jede charakteristische Formel T mit

  $k \leq$ Count (T) $\leq N - k$ mit $k < N/2$

  - aus Symmetriegründen: $\neg$ T ist auch ein Tracker

- **Angriff mit allgemeinem Tracker**
  - Enthüllung für Count (C) < k

    Count (C) = Count ($C \vee T$) + Count ($C \vee \neg T$) - N



  - also:

    Count (C) = Count ($C \vee T$) + Count ($C \vee \neg T$) – Count (T) – Count ($\neg T$)

    Beispiel: C = W ∧ Etech, T = W

    Count (C) = Count ($W \wedge$ Etech $\vee W$) + Count ($W \wedge$ Etech $\vee \neg W$)

    - Count (W) - Count ($\neg W$) =

Zusammenfassung

- **BDSG regelt die Verarbeitung personenbezogener Daten**
  - **Verbotsprinzip mit Erlaubnisvorbehalt**
  - Technische Maßnahmen (urspr. die sog. Zehn Gebote) sind stets den veränderten Randbedingungen der IT anzupassen und neu zu interpretieren
- **Aufeinander abgestimmte Sicherheitskonzepte sind wesentlich**
  - Zugangskontrolle
  - starke Verfahren zur Authentisierung
  - kryptographische Maßnahmen zur Datenübertragung
  - Isolation der Prozesse
  - Prinzip der Zugriffskontrolle: **Least Privilege Principle**
  - Sicherungsanforderungen gelten allgemein in Rechensystemen und insbesondere zwischen Anwendung und DBS

  ⇨ Das „schwächste Glied" in der Kette der Sicherheitsmaßnahmen bestimmt die Sicherheit des Gesamtsystems!
- **Zugriffskontrolle in DBS**
  - wertabhängige Festlegung der Objekte (Sichtkonzept)
  - Vielfalt an Rechten erwünscht
  - zentrale vs. dezentrale Rechtevergabe
  - verschiedene Entzugssemantiken bei dezentraler Rechtevergabe
  - **Rollenkonzept:** vereinfachte Verwaltung komplexer Mengen von Zugriffsrechten
- **Sicherheitsprobleme**
  - Datenflusskontrolle und Inferenzkontrolle
  - Wenn Zusatzwissen vorhanden ist, lassen statistische DBs die Individualisierung von anonymisierten Daten zu.
  - **Allgemeine Tracker** sind „leicht" anzuwenden!