Bescherming van persoonsgegevens met geavanceerde cryptografie

Kristof Verslype
PhD, Smals Research

Smals
ICT for society

κρυπτός γράφειν

(kryptós gráfein = verborgen schrijven)

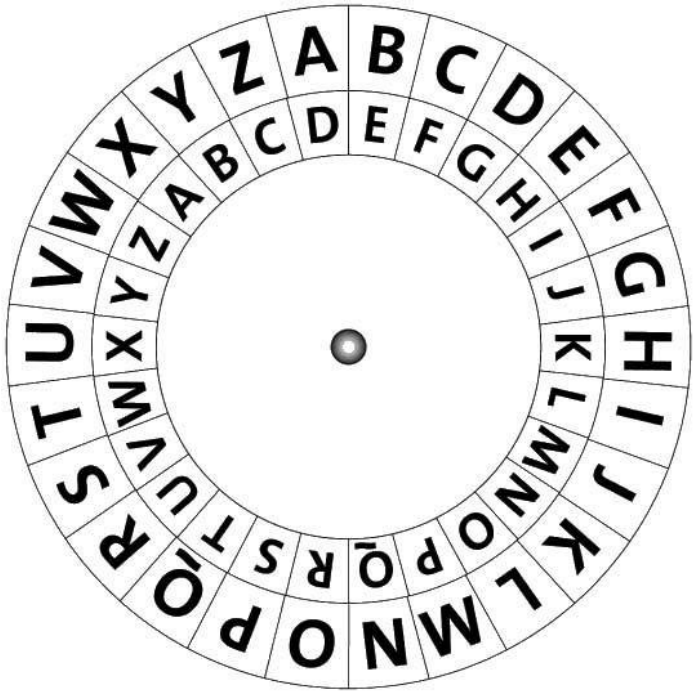
Het beschermen van gegevens m.b.v. wiskundige principes

Oorspronkelijk bedoeld om data geheim te houden
(tegenwoordig veel ruimer)

Gebruikt door Oude Egyptenaren, Grieken & Romeinen

Smals
ICT for society

Caesarcijfer (aka ROT-3)

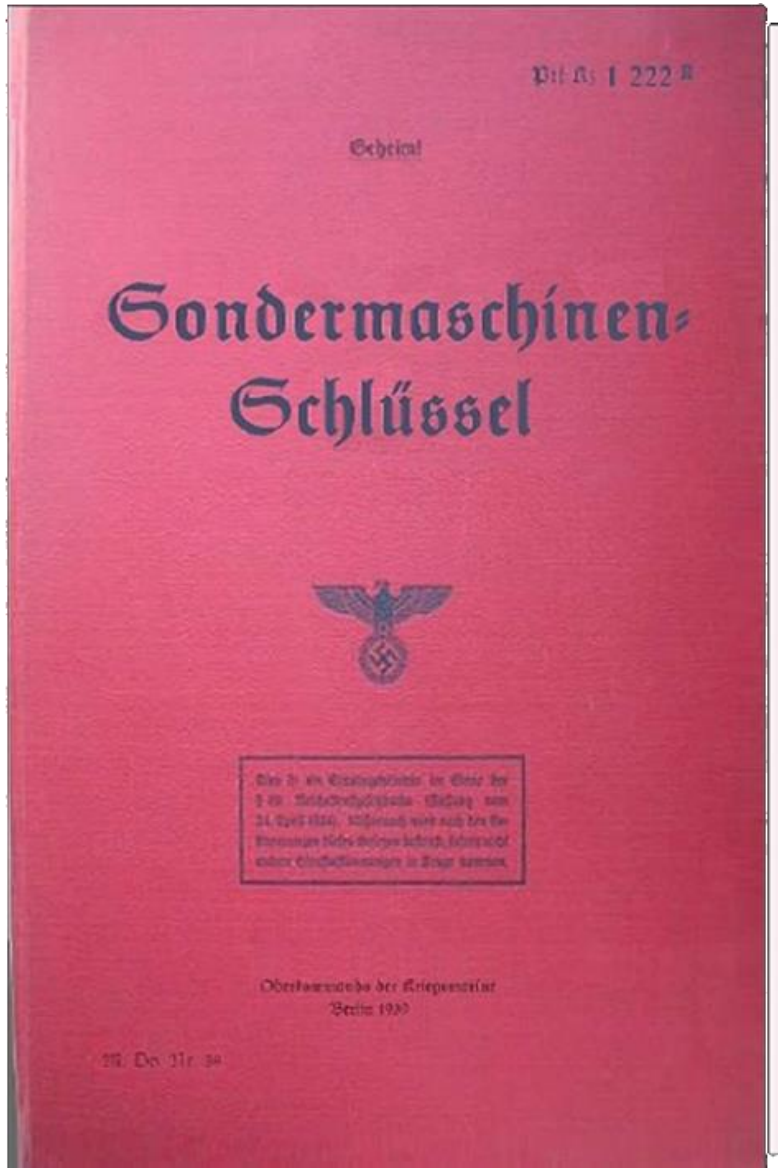


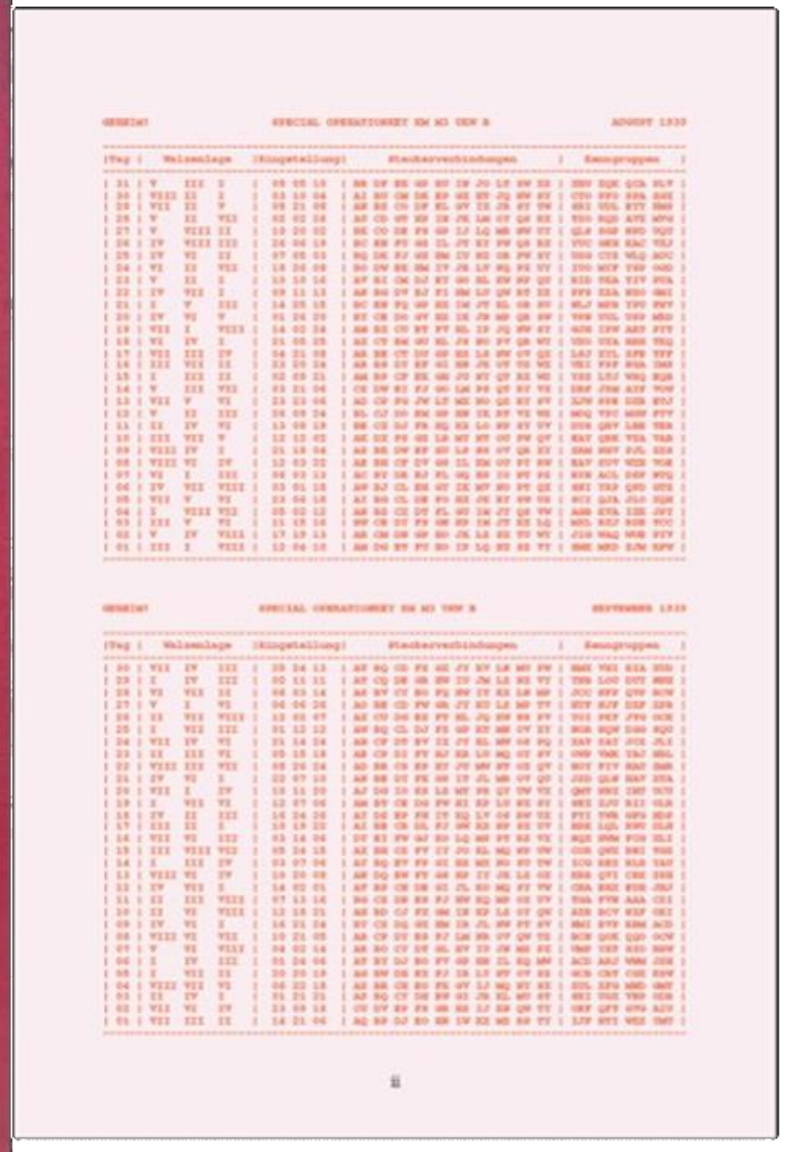
Klare tekst:	**D**	I	T	I	S	Z	E	E	R	G	E	H	E	I	M
Cijfertekst:	**A**	F	Q	F	P	W	B	B	O	D	B	E	B	F	J

Door Caesar en Augustus om met de veldheren te communiceren

‘Voldoende’ gezien ongeletterdheid vijand

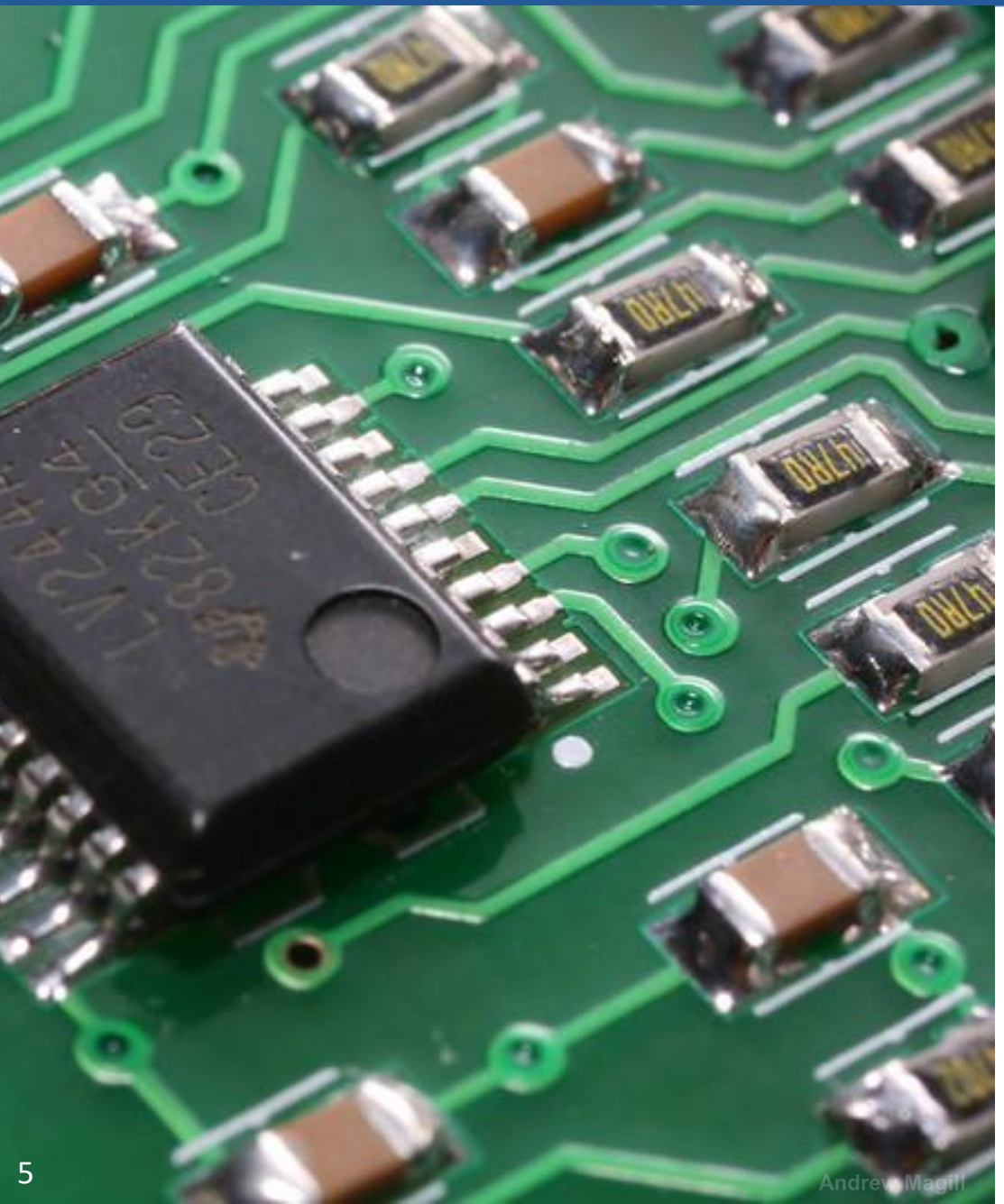
Enigma (WO II)


Pi fA I 222 II
Geheim!
Sondermaschinen-
Schlüssel
Oberkommando der Kriegsmarine
Berlin 1930




Zur Beachtung!

Moderne cryptografie



- Sinds intrede computer (Jaren 1970)
- Bewijsbaar veilig gebaseerd op wiskundige assumpties (rigoreuze wetenschap)
- Meer dan geheim houden van communicatie

Crypto werkpaarden

Encryptie DES, AES, ElGamal, RSA, …	**Digitale handtekeningen** RSA, DSA, Schnorr, …
Authenticatie SSH, CHAP, …	**Hashing** MD5, RipeMD, SHA-1, SHA-2, SHA-3
Key exchange Diffie–Hellman, …	**Message authentication code** HMAC, …

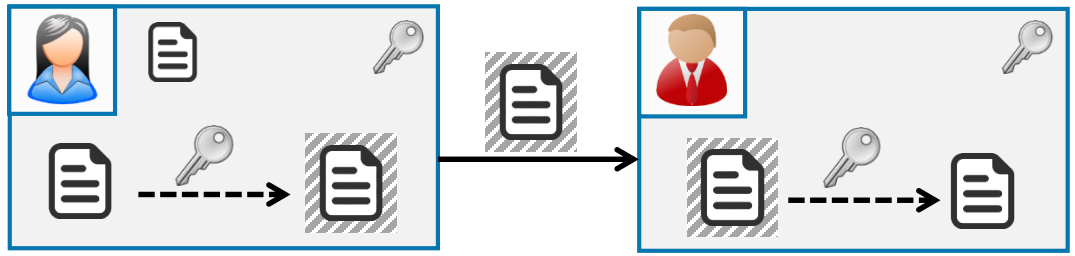
Encryptie

Doel

Confidentialiteit = vertrouwelijkheid

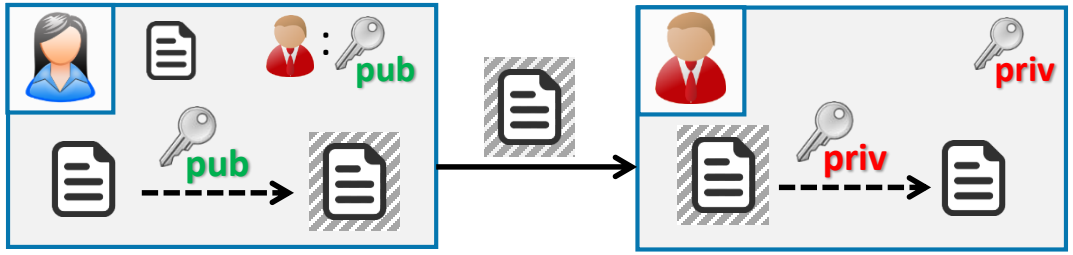
Symmetrische encryptie

- Sneller
- vb. AES



Publieke sleutel encryptie

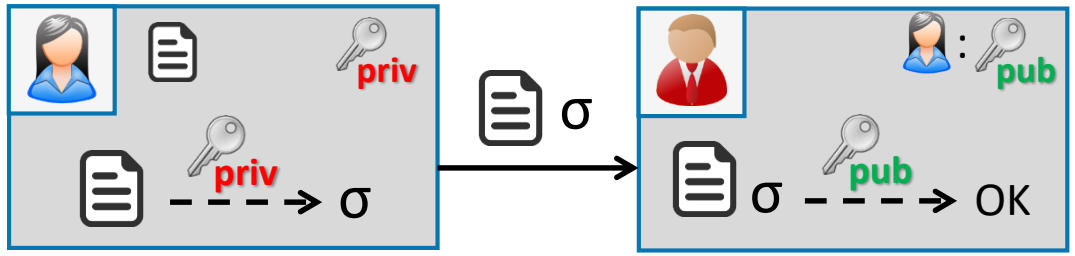
- Trager
- Vb. RSA, ElGamal



Digitale handtekening

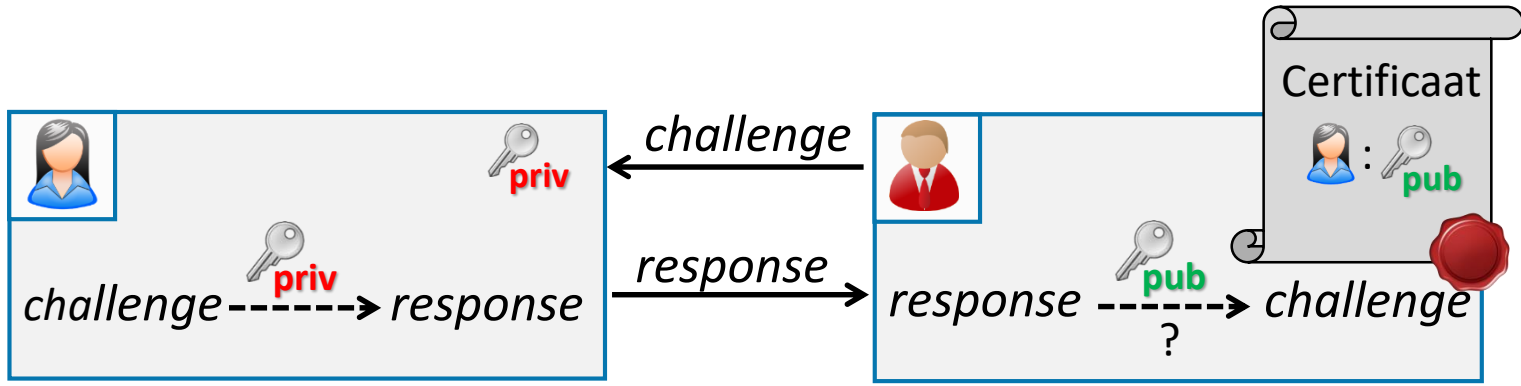
Doel

Onweerlegbaarheid, integriteit, data authenticiteit



Marcus Griep

Challenge-response authenticatie



Trapdoor function

Met publieke sleutel kun je *challenge* uit *response* berekenen, maar niet omgekeerd

Dat kan enkel met de private sleutel

CA

(Certificate authority)

Toegepast door o.a.

.beID

fido ALLIANCE

Smals ICT for society

Cryptografische sleutels

RSA-2048 public key

```
30 82 01 0a 02 82 01 01 00 c0 a7 e5 3a cf ea 93 df e0 ef fc fd 34 64 42 e1 65 2c ed 60 70 86 ed
47 18 64 53 d1 b1 84 b2 4a 98 96 89 de 54 c4 cd ef ad 59 a2 04 b6 53 14 6e dc 6f 90 0f 17 26 4f
3a 4e ad 7f 51 4d 00 fe b4 57 86 43 1c 53 14 08 24 af b6 da ae 22 83 31 9a 0b 0b 79 b1 51 34 9c
0e 51 d4 d4 6c e5 71 f9 9f bb e5 12 a5 15 68 1c 1b e6 dd 39 79 cb 6f 40 a3 fa 32 21 bc ee fc 30
31 d0 b7 22 97 59 52 9e 40 9c b6 f5 1e 9c f6 9e f6 8e 88 fc 10 37 ee 84 bc ad e3 bb 87 54 a9 88
e4 70 27 da 4f 02 e8 95 5f b6 ae 30 56 b3 b8 5c 18 8a 8e 1b 47 d7 94 f9 1d 1c 7c b4 23 16 10 2c
80 ca a6 7f 9c e6 2d 84 b7 0e 9d 9b 8d c6 b1 1d a9 b4 05 e0 73 25 8a 99 c2 9e c5 81 3c 96 33 7a
75 83 fe 5e 8c 0f 02 30 29 eb 28 fd 8c 9b 0d 48 34 df eb 3c b9 7c fe 9e dc bc 44 2a 9e 3c 27 82
```

Symmetric	DH or RSA	ECC
56	512	112
80	1024	160
112	2048	224
128	3072	256
192	7680	384
256	15360	521

Near-term protection
Security for at least ten years (2019-2028)

Long-term protection
Security for thirty to fifty years (2019-2068)

Bronnen
NIST, https://csrc.nist.gov/Projects/Key-Management/publications
Algorithms, Key Size and Protocols Report (2018), H2020-ICT-2014 – Project 645421, D5.4, ECRYPT-CSA, 02/2018.
Ook interessant: https://www.keylength.com/

Smals ICT for society

Moderne cryptografie

Veel meer is mogelijk - Onbenut potentieel – Use cases?

- Sinds intrede computer (Jaren 1970)
- Bewijsbaar veilig gebaseerd op wiskundige assumpties (rigoreuze wetenschap)
- Meer dan geheim houden van communicatie

CRYPTO WERKPAARDEN

Encryptie
AES, ElGamal, RSA, …

Digitale handtekeningen
RSA, DSA, Schnorr, …

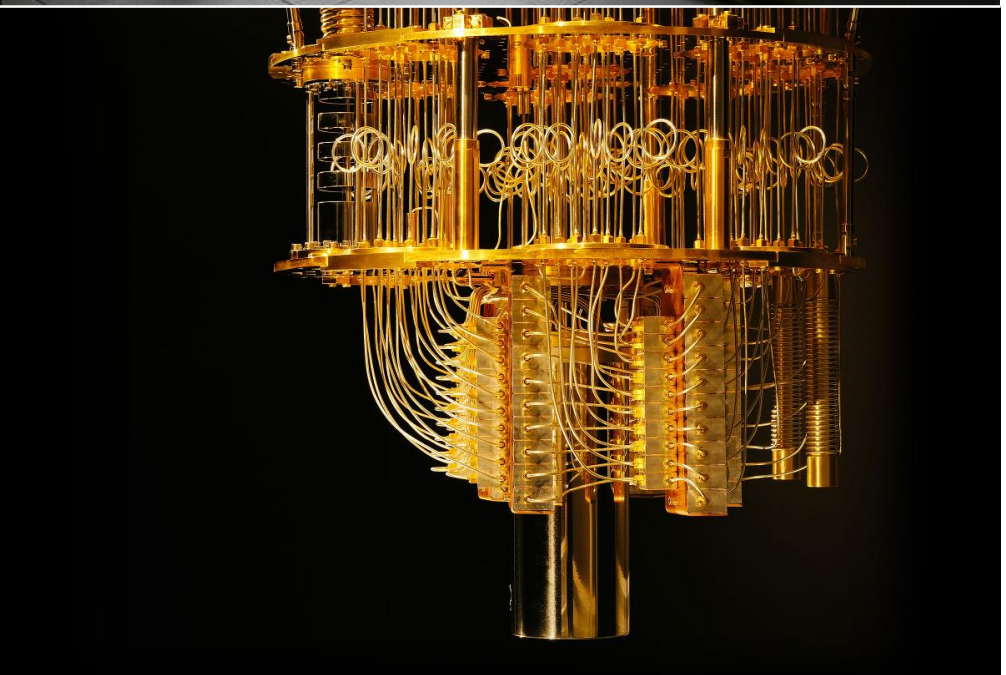
Authenticatie
SSH, CHAP, …

Hashing
MD5, RIPEMD, SHA-1, SHA-2, SHA-3

Key exchange
Diffie–Hellman, …

Message authentication
HMAC

Kwantumcomputers



TRADITIONELE CRYPTOGRAFIE

Mogelijkheden:

INSECURE Crypto bouwblok | INSECURE Crypto bouwblok | INSECURE Crypto bouwblok | Crypto bouwblok

Fundamenten:

KWANTUMRESISTENTE CRYPTOGRAFIE

Mogelijkheden:

Crypto bouwblok | Crypto bouwblok | Crypto bouwblok | Crypto bouwblok

Fundamenten:

ICT for society

Geavanceerde cryptografie

Speciale cijfertekst

1. Threshold encryption
2. Format-preserving encryption
3. Proxy reencryption

Authenticatie

4. Secure remote password protocol
5. Attribute-based credentials

Privacyvriendelijke opvraging

6. Secure multiparty computation
7. Oblivious transfer
8. Private set intersection
9. Oblivious join

Er is veel meer!

Windell Oskay

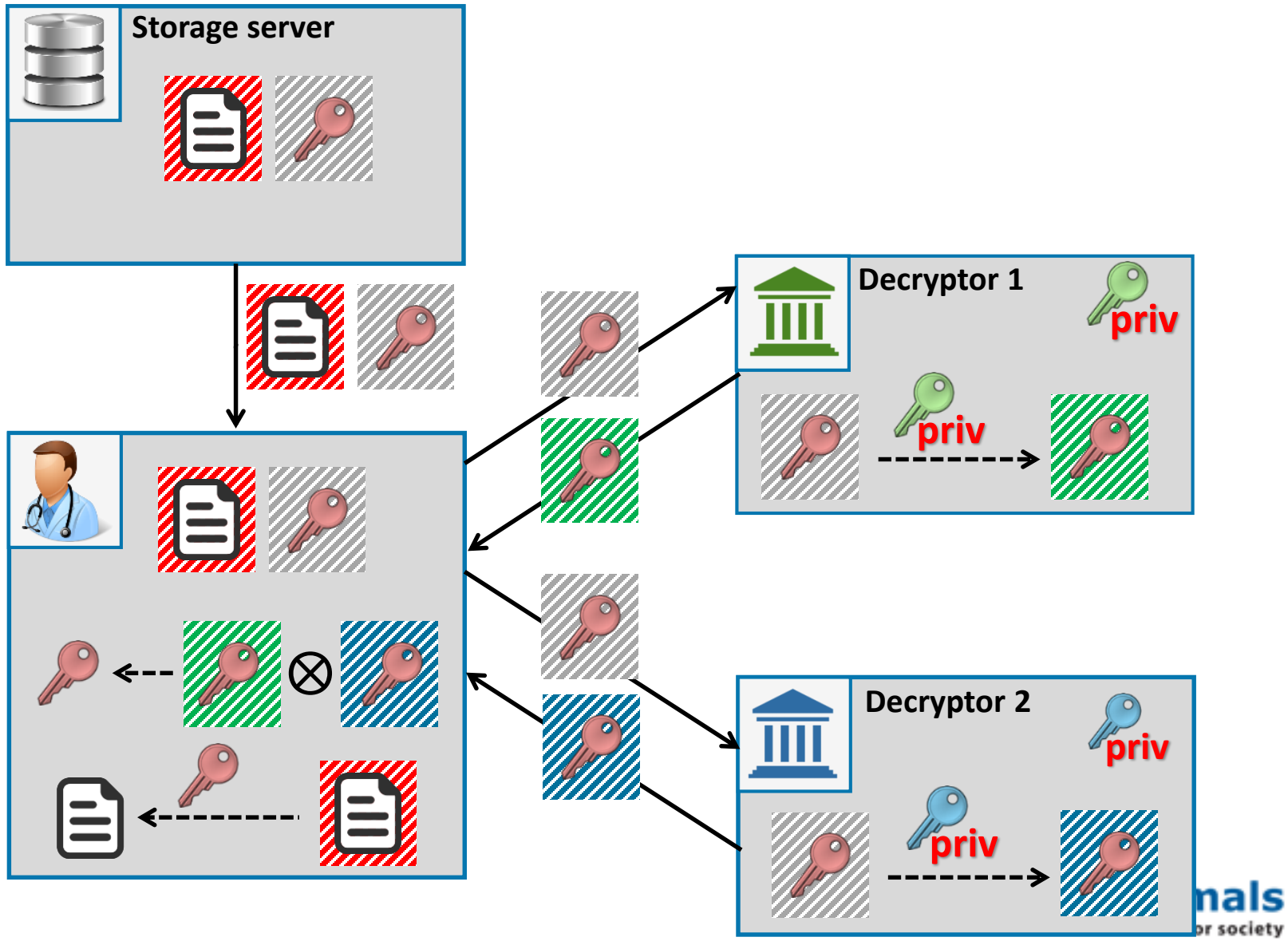
Threshold encryption

- Theorie:
- Eigen code:
- Getest:
- Use case:

Threshold encryption in Vitalink

vitalink

- Zorgverleners kunnen digitale gegevens over hun patiënten met elkaar delen.
- Gegevens over vaccinaties, medicatie, bevolkings-onderzoeken en een samenvatting van het patiëntendossier van de huisarts.
- Hoge bescherming confidentialiteit dankzij threshold encryption.



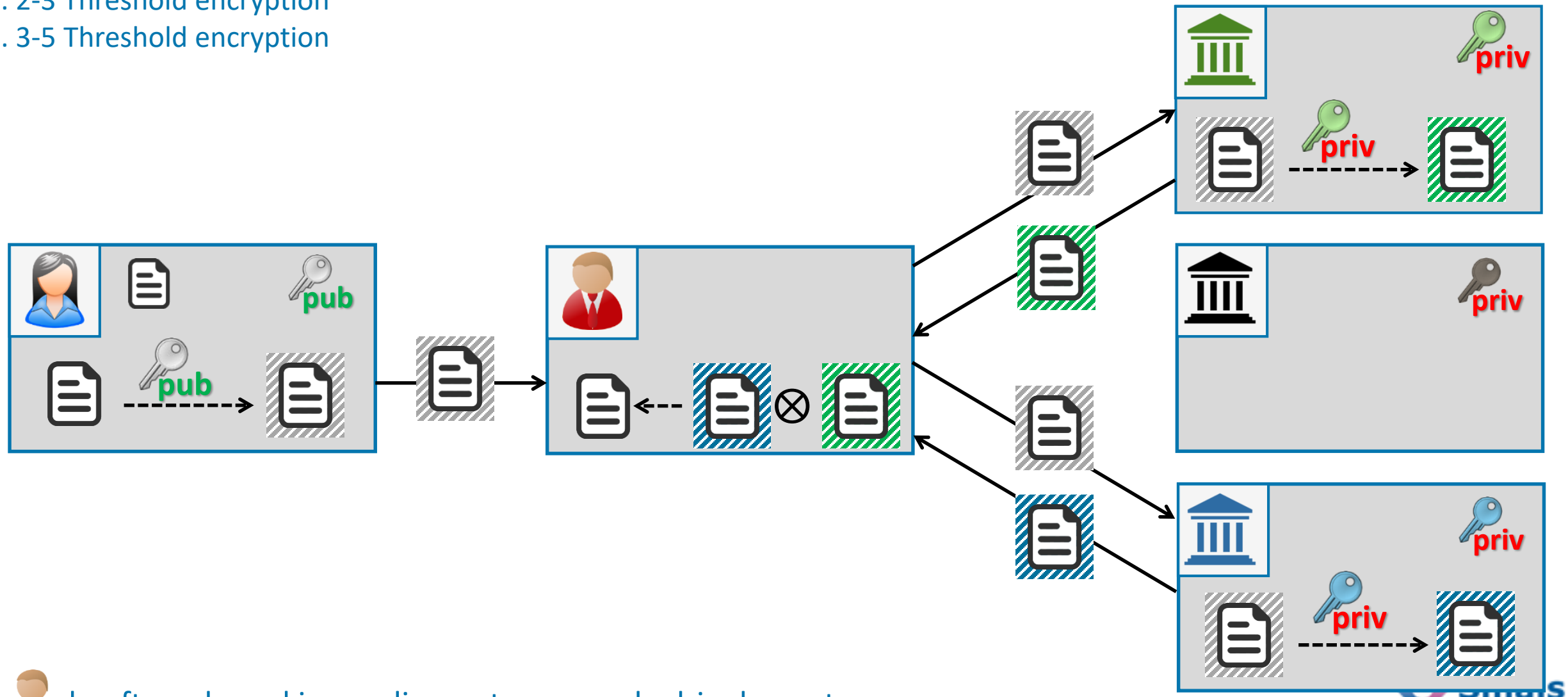
Threshold encryption

Opzet

Een quorum aan partijen vereist voor decryptie

Vb. 2-3 Threshold encryption

Vb. 3-5 Threshold encryption



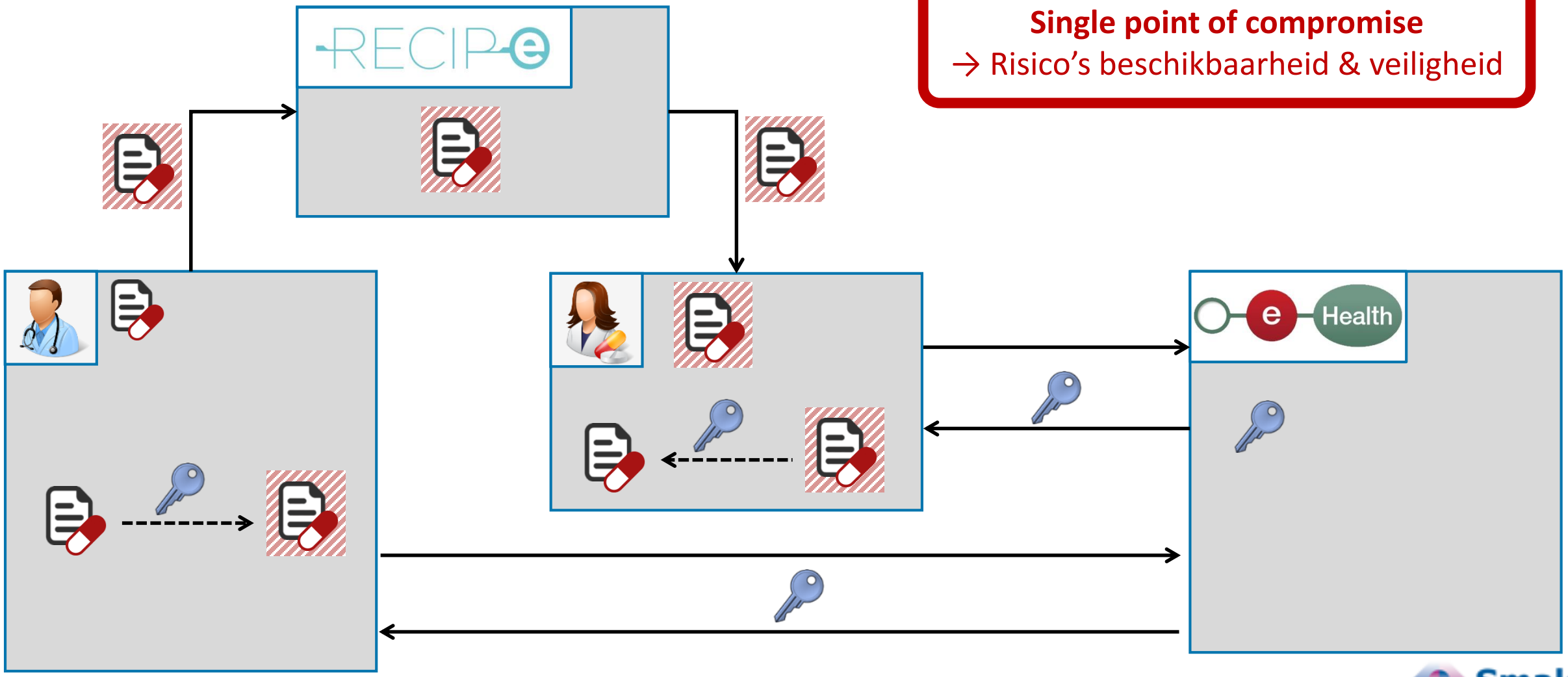
heeft medewerking nodig van twee van de drie decryptoren

Threshold encryption – Medische voorschriften

Opzet

Confidentialiteit & beschikbaarheid elektronische medische voorschriften

Single point of failure
Single point of compromise
→ Risico's beschikbaarheid & veiligheid

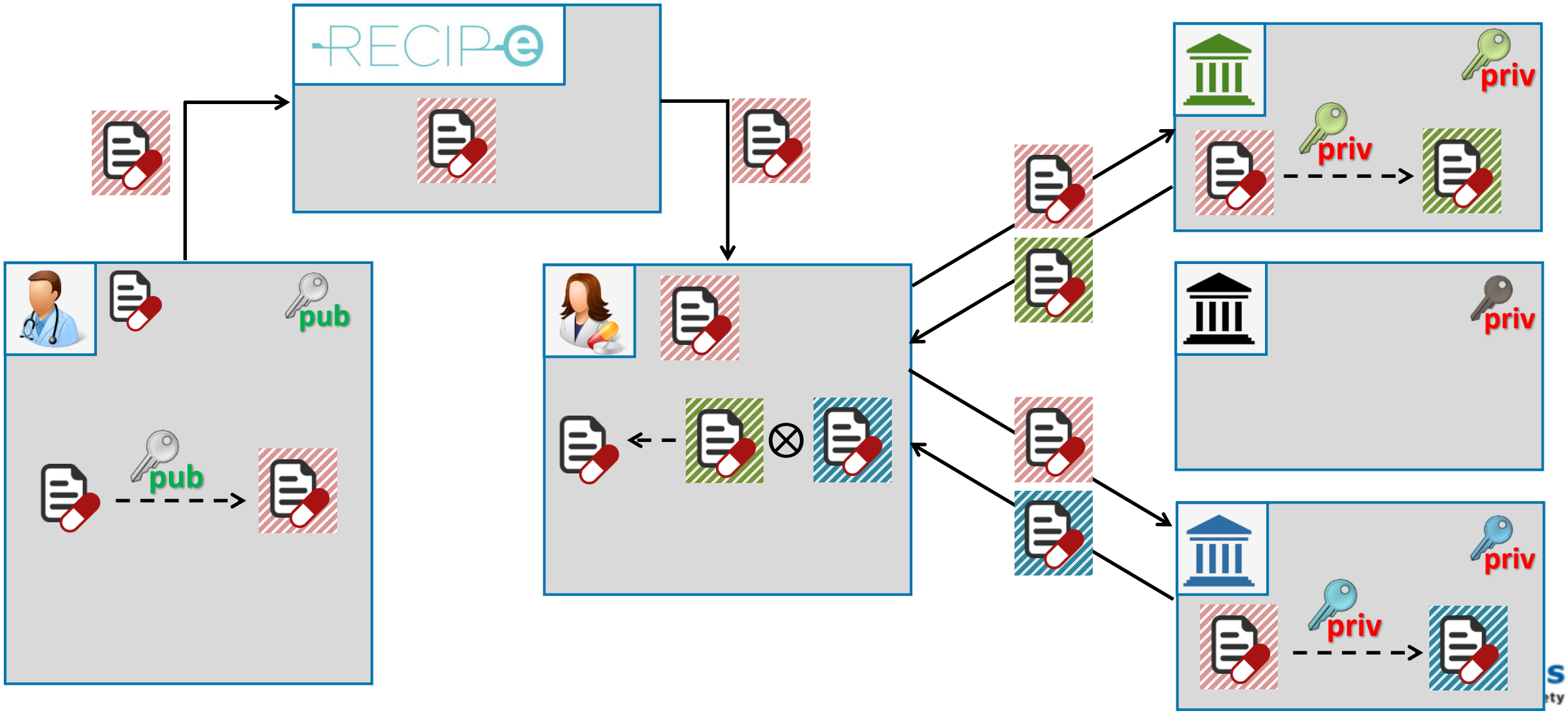


Threshold encryption – Medische voorschriften

Opzet

Confidentialiteit & beschikbaarheid elektronische medische voorschriften (vereenvoudigd)

Geen single point of failure / compromise
→ Hogere veiligheid & beschikbaarheid

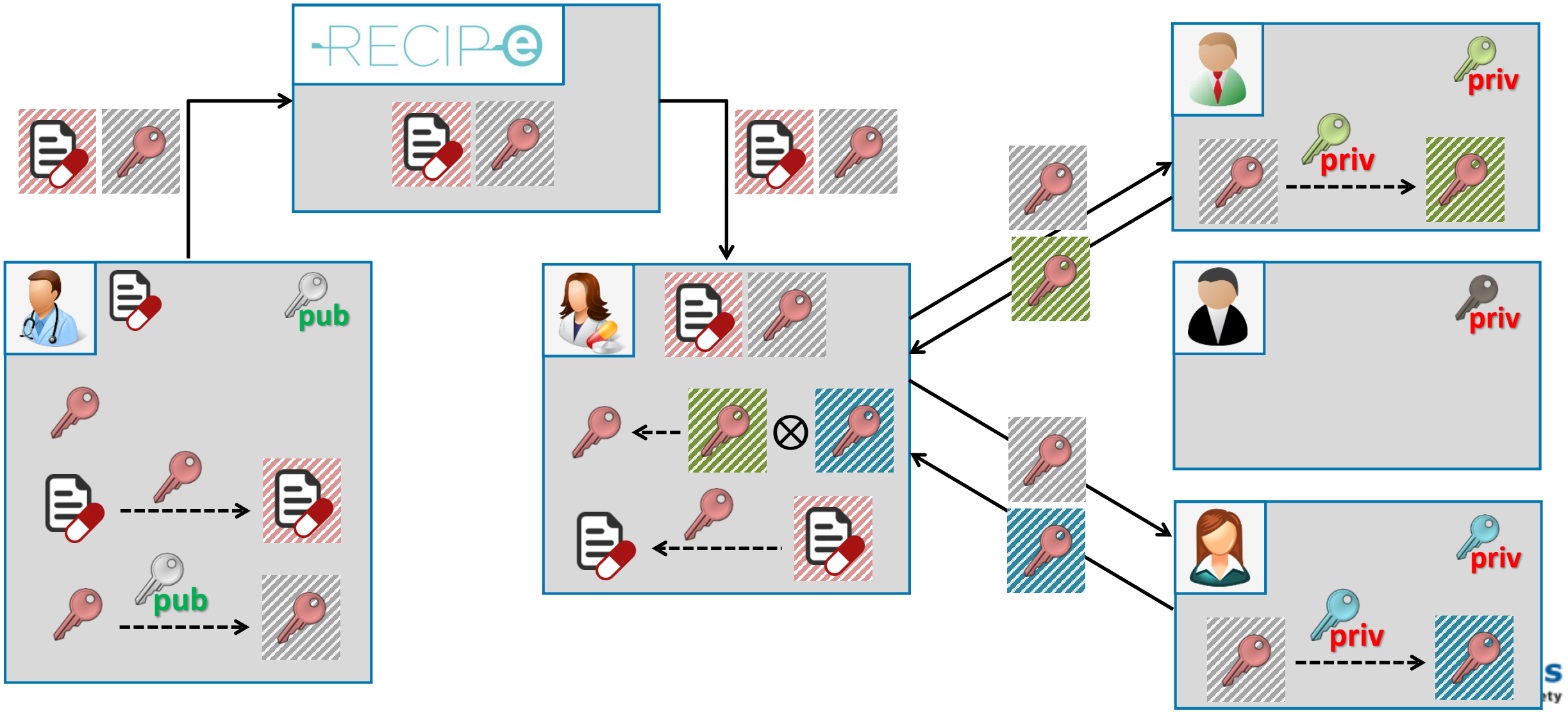


Threshold encryption – Medische voorschriften

Opzet

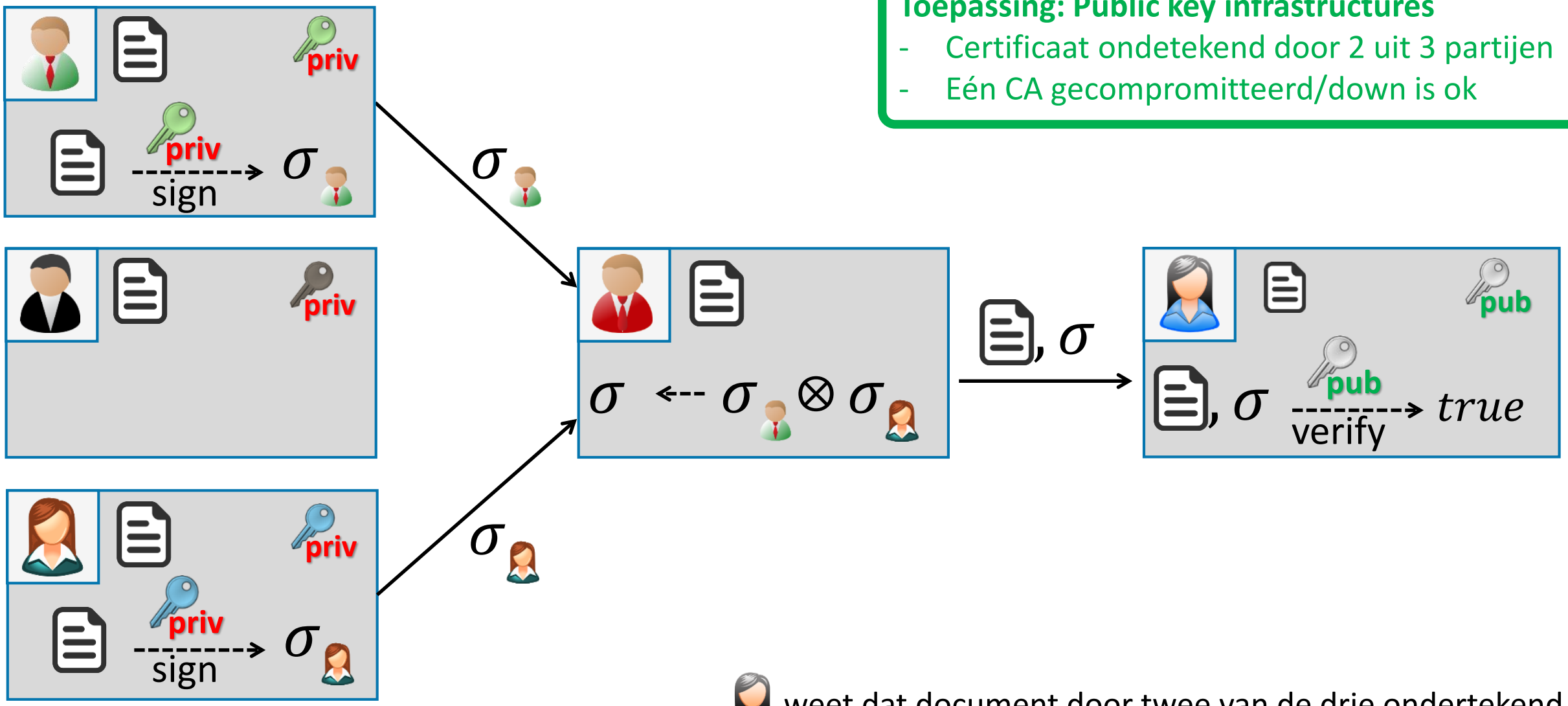
Confidentialiteit & beschikbaarheid elektronische medische voorschriften

Minder werk voor decryptoren
Samenspannen wordt moeilijker



Threshold signatures

Toepassing: Public key infrastructures
- Certificaat ondetekend door 2 uit 3 partijen
- Eén CA gecompromitteerd/down is ok



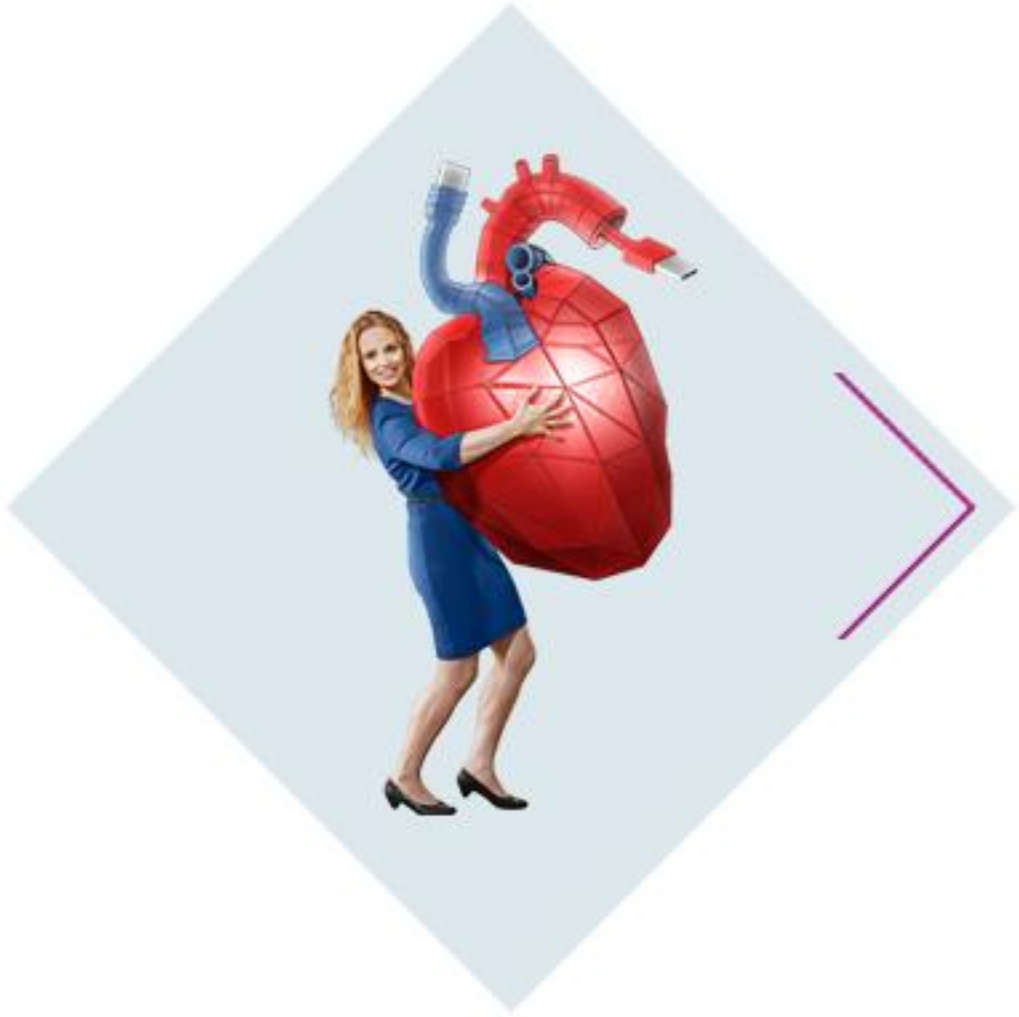
weet dat document door twee van de drie ondertekend is

Handtekening ziet er uit als normale handtekening

Threshold encryption

Een quorum uit een set van partijen moet hun medewerking verlenen om een cijfertekst te decrypteren (of om een digitale handtekening te plaatsen)

Theorie:
Eigen code:
Getest:
Use case:



Format-preserving encryption

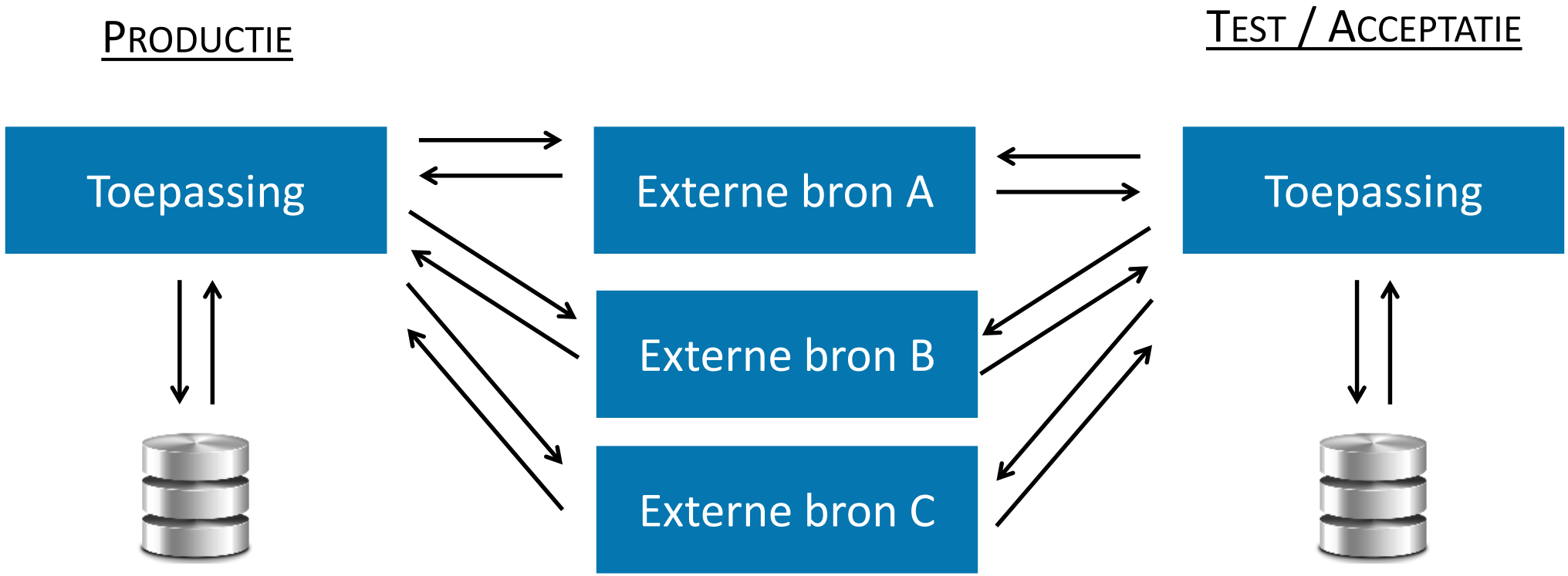
Theorie:	🟢
Eigen code:	🟡
Getest:	🟢
Use case:	🟢

Format-preserving encryption

Probleemstelling

Vermijden identificeerbare persoongegevens in test & acc omgeving

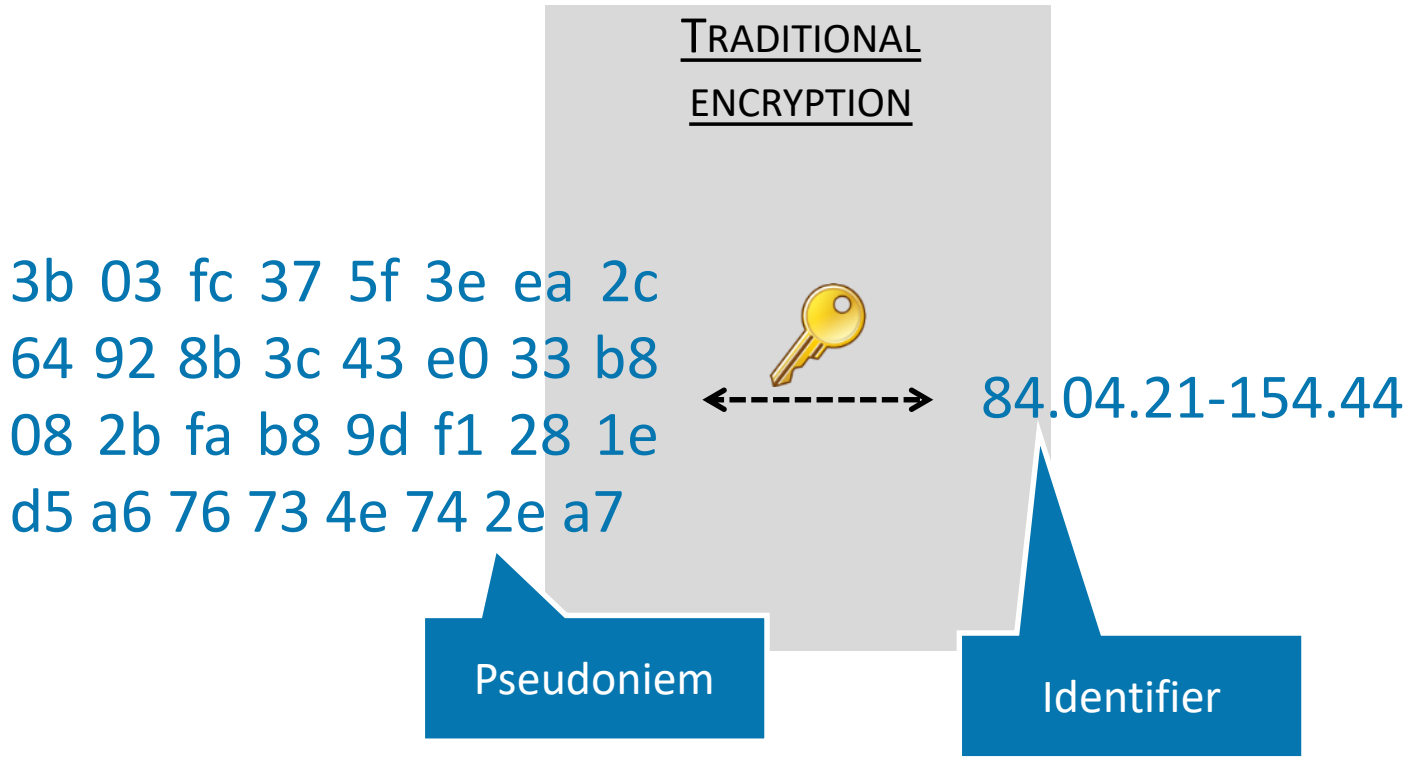
Maar toch nog kunnen debuggen/testen



Pseudonimisatie m.b.v. traditionele encryptie

Doel

Beschermen privacy burger
(gestimuleerd door GDPR)



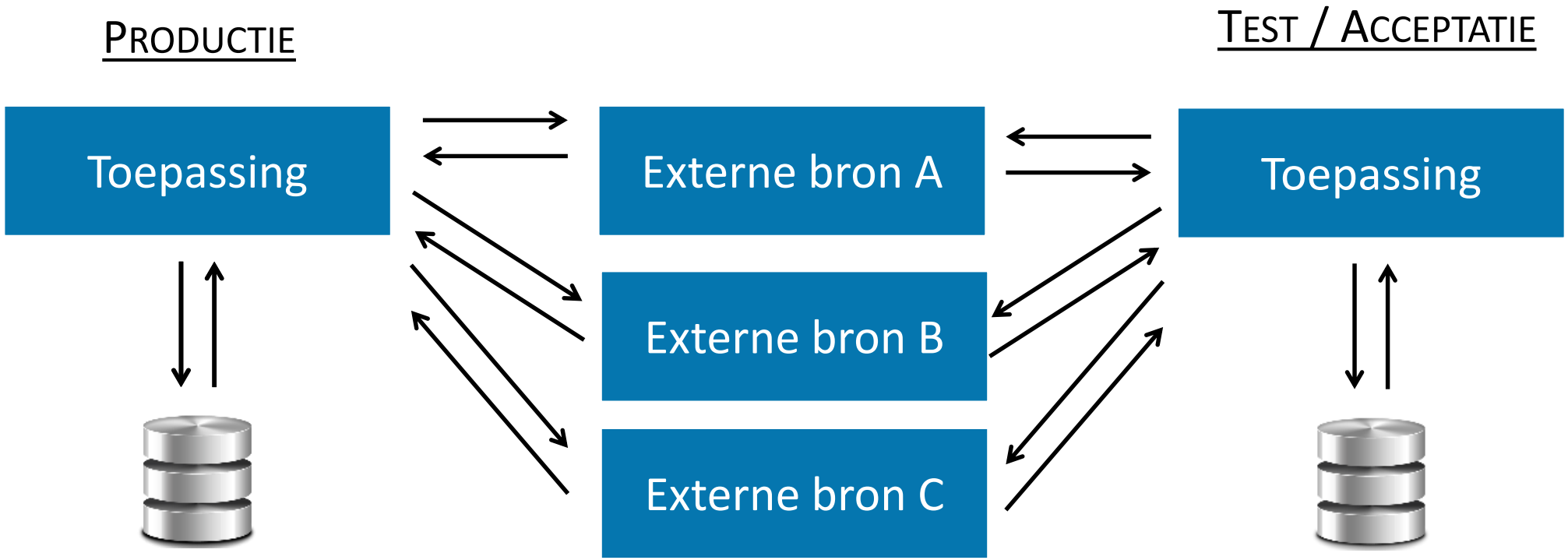
Identifier	Disease
84.04.21-154.44	Interstitial cystitis
92.11.07-087.63	Crohn's disease
55.07.27-231.66	Typhus
71.01.30.146.64	Cryptosporidiosis

Identifier	Disease
3b 03 fc … 2e a7	Interstitial cystitis
fb da 6c … 7e 4f	Crohn's disease
1d 01 a8 … 17 13	Typhus
52 a7 53 … a4 2d	Cryptosporidiosis

Format-preserving encryption

Doel

Vermijden identificeerbare persoongegevens in test & acc omgeving



Pseudonimiseren d.m.v. encryptie onvoldoende

- Databasevelden moeten aangepast worden
- Applicatie verwacht structuur RRN en zal niet langer correct werken

Gewenste vorm pseudoniem

► Behoudt structuur rijksregisternummer

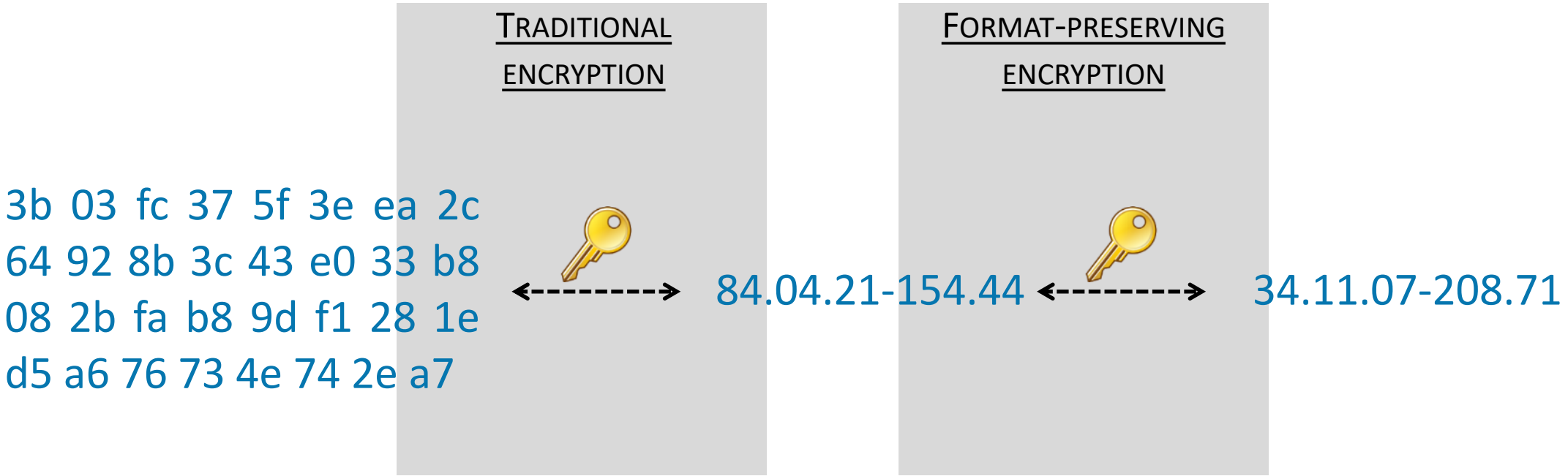
► Behoudt eventueel deel van informatie

Format-preserving encryption

Opzet

Bewaren structuur / formaat van originele data na vercijfering

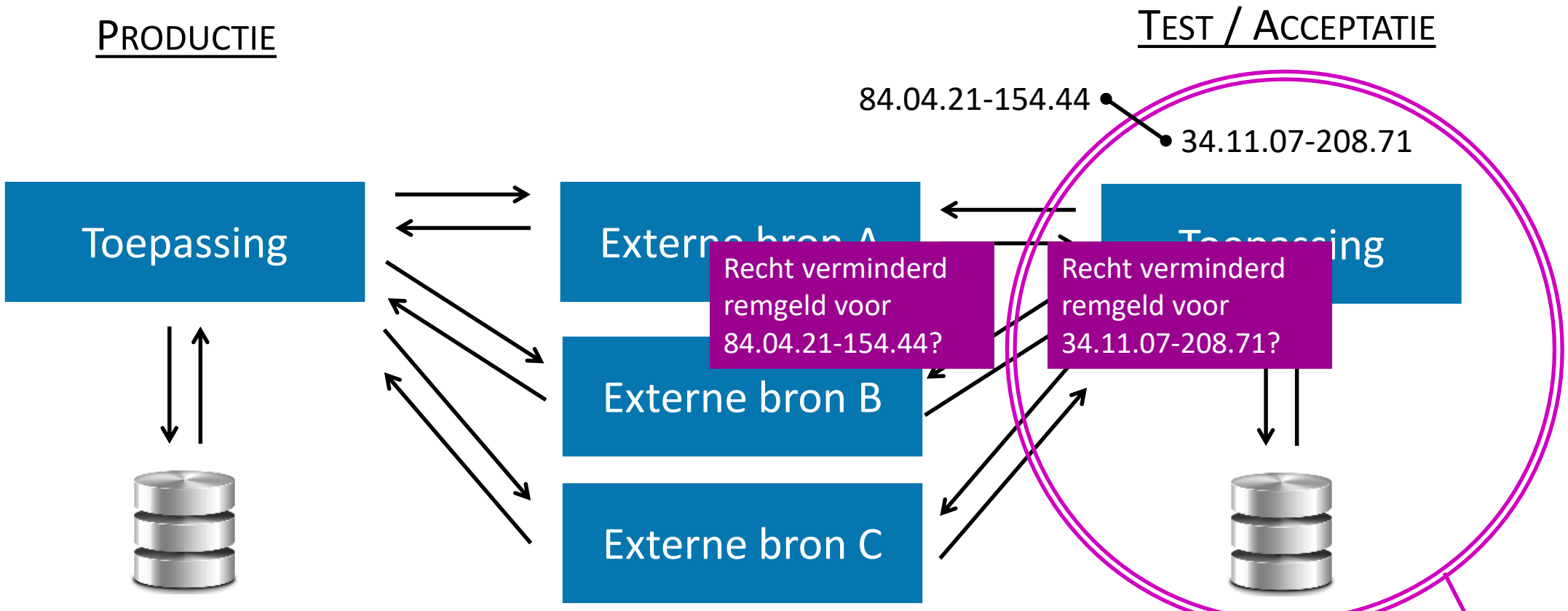
[optioneel] bewaren informatie (vb. correcte checksum, geslacht, leeftijdscategorie)



Format-preserving encryption

Doel

Vermijden identificeerbare persoongegevens in test & acc omgeving



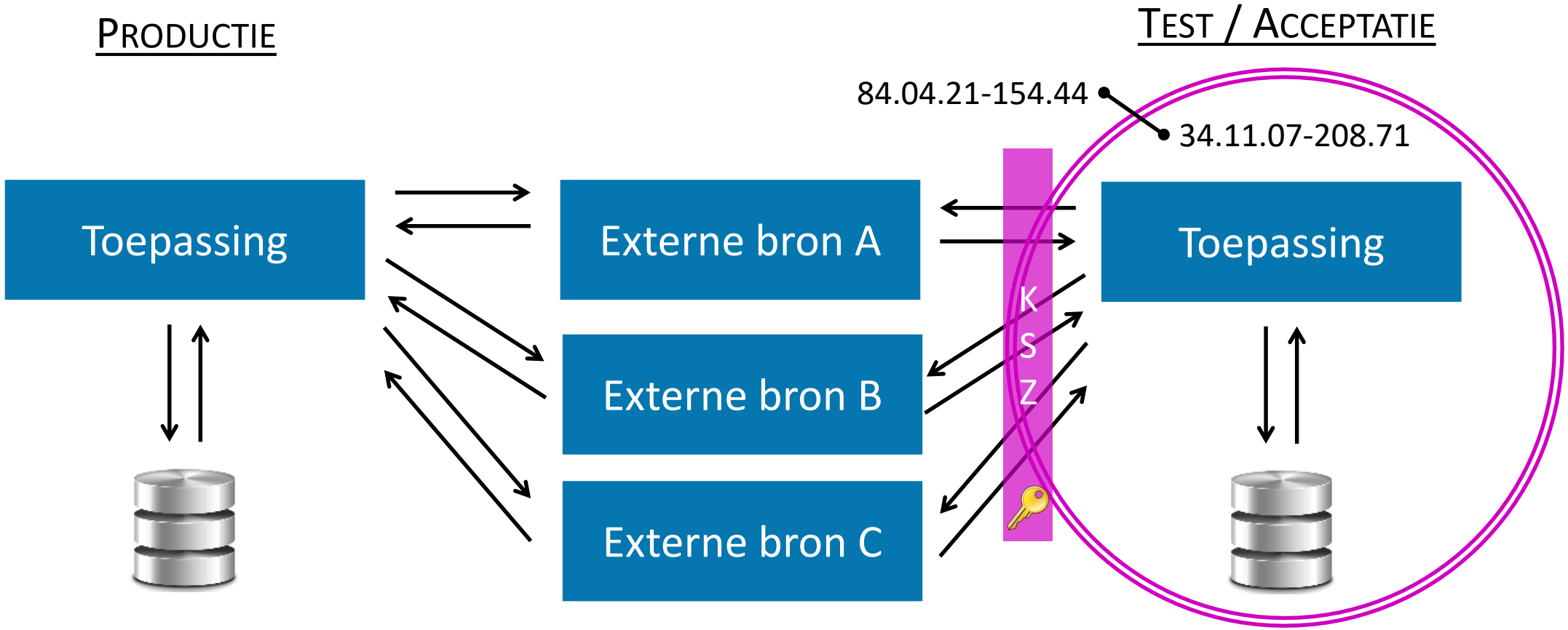
Binnenkomende identifiers met FPE geëncrypteerd, uitgaande gedecrypteerd

(credits: Kristof Verslype & Kurt Maekelberghe)

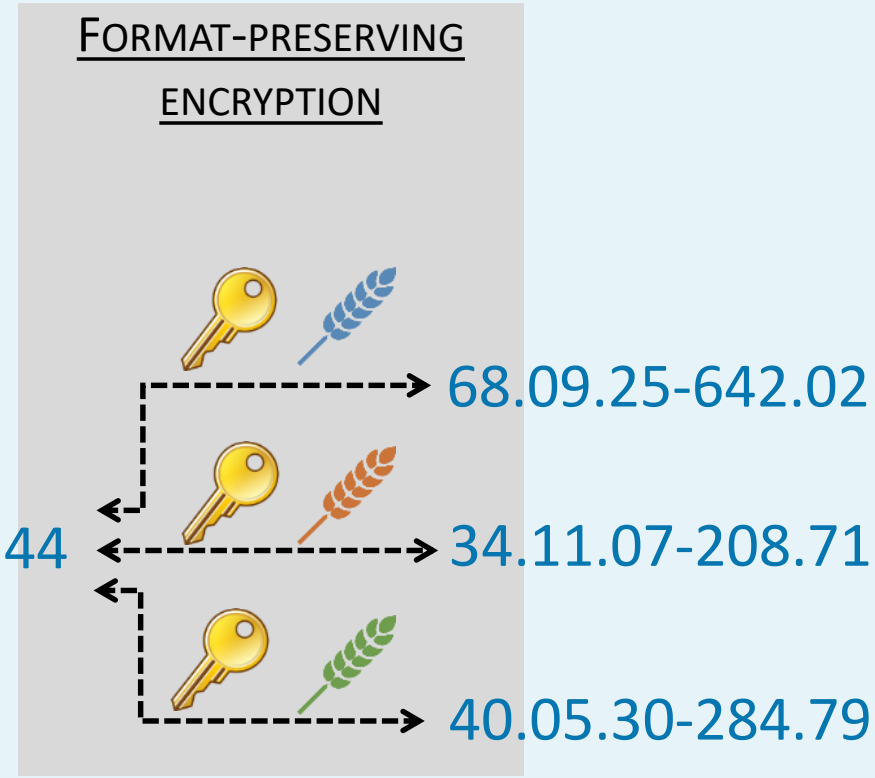
Format-preserving encryption

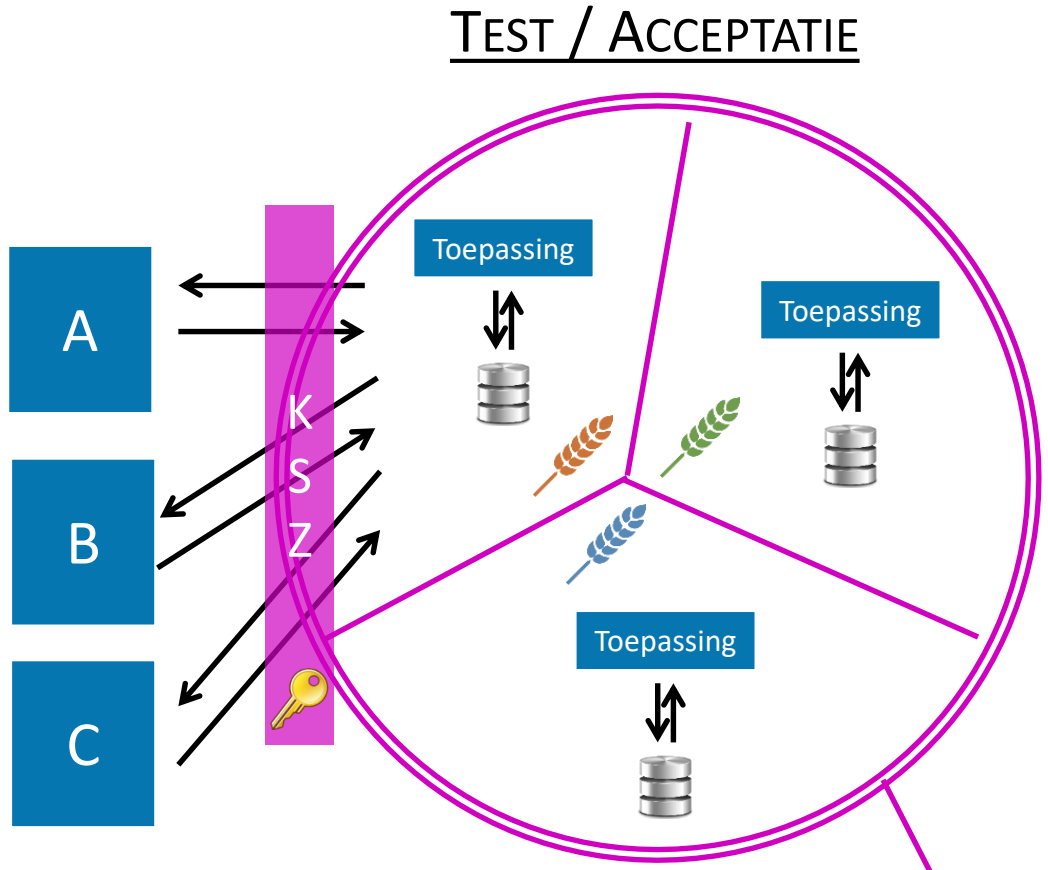
Doel

Vermijden identificeerbare persoongegevens in test & acc omgeving



Format-preserving encryption

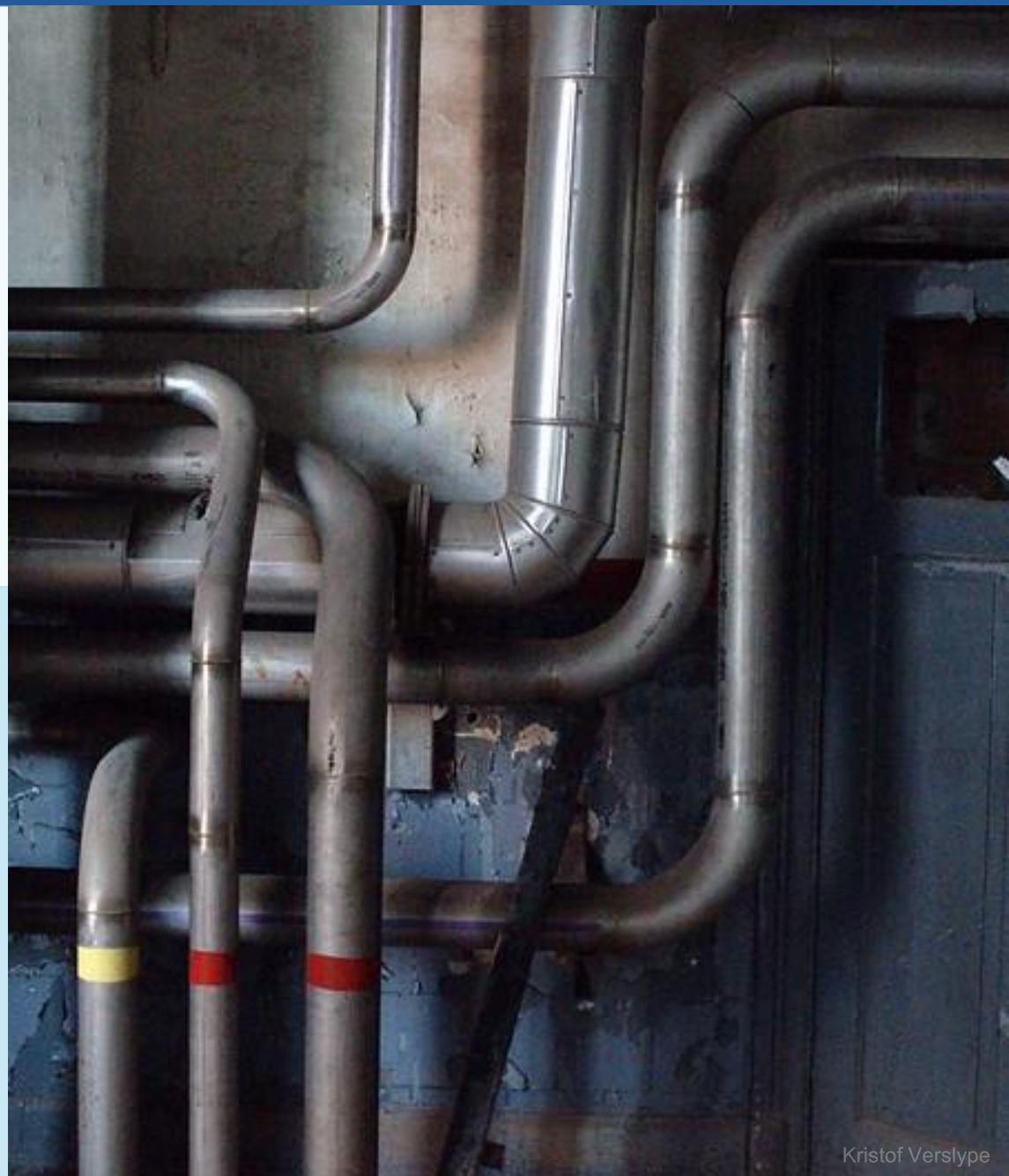




Burger per toepassing gekend onder ander pseudoniem

Implementatie

- Structuur rijksregisternummers (Smals Research)
- Format-preserving encryption (Github)
- Crypto werkpaard (AES of HMAC)



Performantie

100 000 rijksregisternummers
256 bit security

- **Encryption: 23s**
- **Decryption: 27s**

Data in-memory, Lenovo Thinkpad L570, Windows 10, Intel Core i5-6300 CPU @ 2,40Ghz, 16GB

Format-preserving encryption

Toepassingen

- Pseudonimiseren data voor dev / testen / bug-fixing
- Pseudonimiseren data in legacy applicatie zonder aanpassen DB

Maturiteit

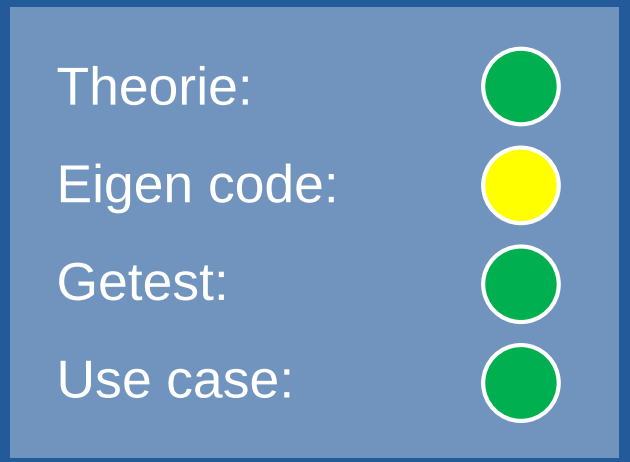
- Sinds 2002
- Gestandardiseerd in NIST 800-38G (2016)
- Op roadmap BouncyCastle
- Beperkte ondersteuning HSMs

Overleg

- Privacy membraan

Format-preserving encryption

De cijfertekst behoudt de structuur van de oorspronkelijke data



Proxy re-encryption

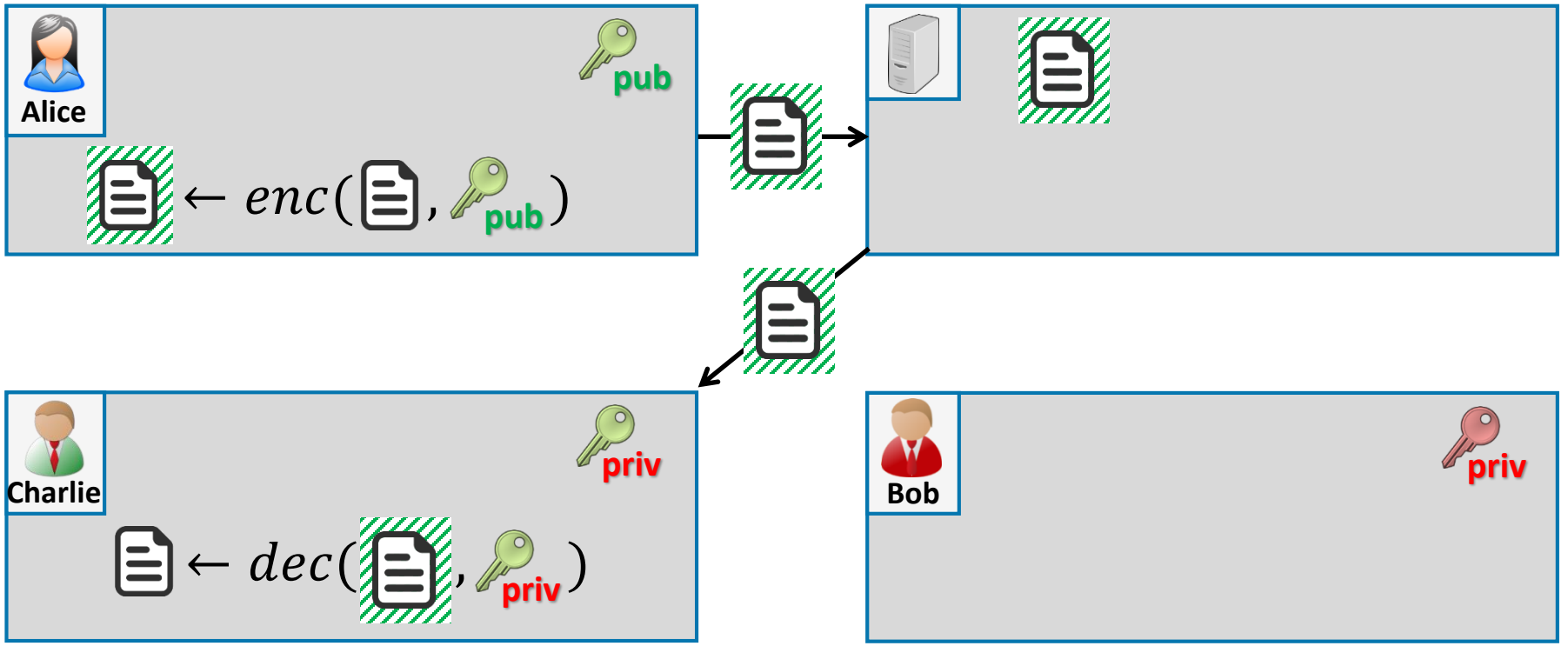
Theorie:

Eigen code:

Getest:

Use case:

Proxy re-encryption



Probleemstelling

gaat op reis en wil berichten forwarden naar .

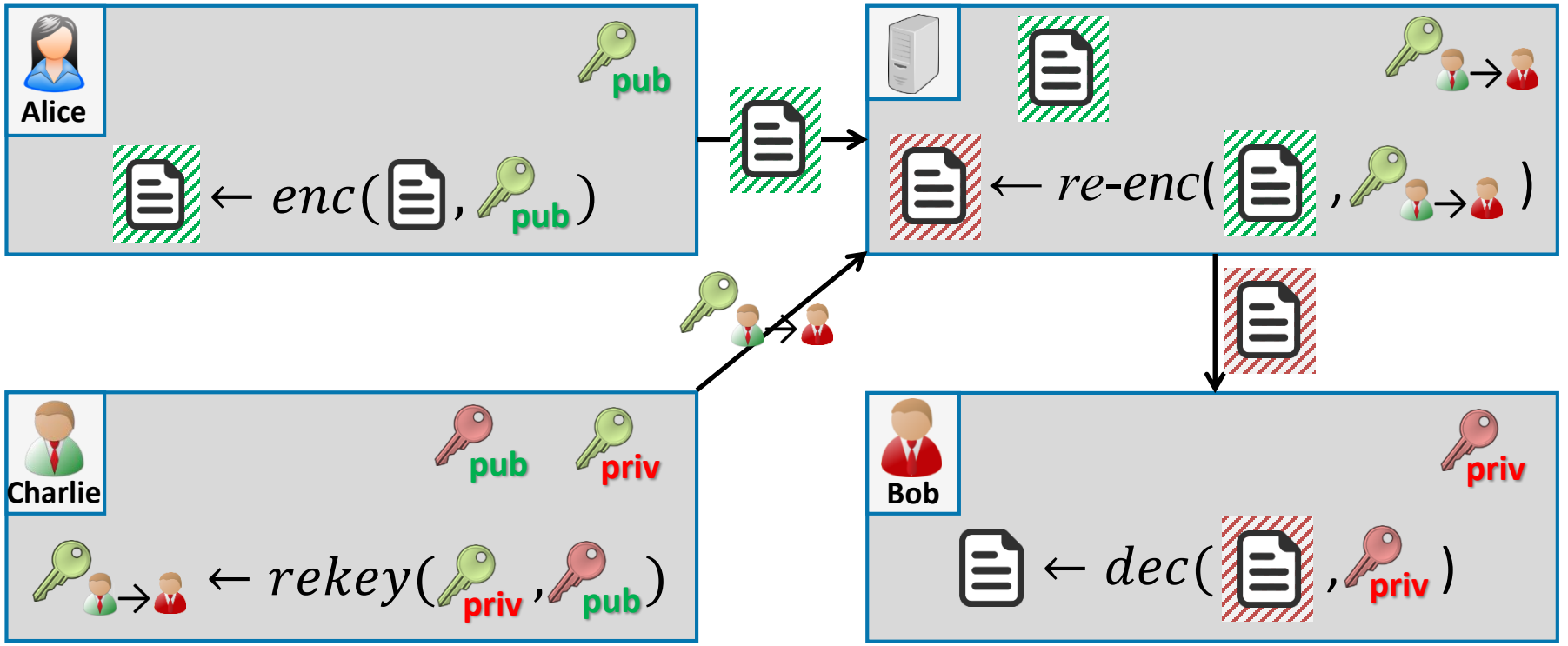
Smals
ICT for society

Proxy re-encryption

Doel
Conversie cijfertekst die decrypteerbaar is door een andere entiteit, zonder inhoud te zien

Eigenschappen

- ziet inhoud niet
- komt niet te weten
- Voor verandert er niets



Delegeren toegangsrechten
vb. e-mail, eHealth platform, KSZ

File sharing (dropbox)
Eigenaar data geeft server reencryption key om anderen toegang te geven

Toezicht
Autoriteit krijgt toegang tot vercijferd dataverkeer na toestemming ontvanger

Proxy re-encryption

Omzetten cijfertekst,
zonder de inhoud te zien,
zodat de cijfertekst decrypteerbaar is
door een andere partij

Theorie: 

Eigen code: 

Getest: 

Use case: 

Geavanceerde cryptografie

Speciale cijfertekst

1. Threshold encryption
2. Format-preserving encryption
3. Proxy reencryption

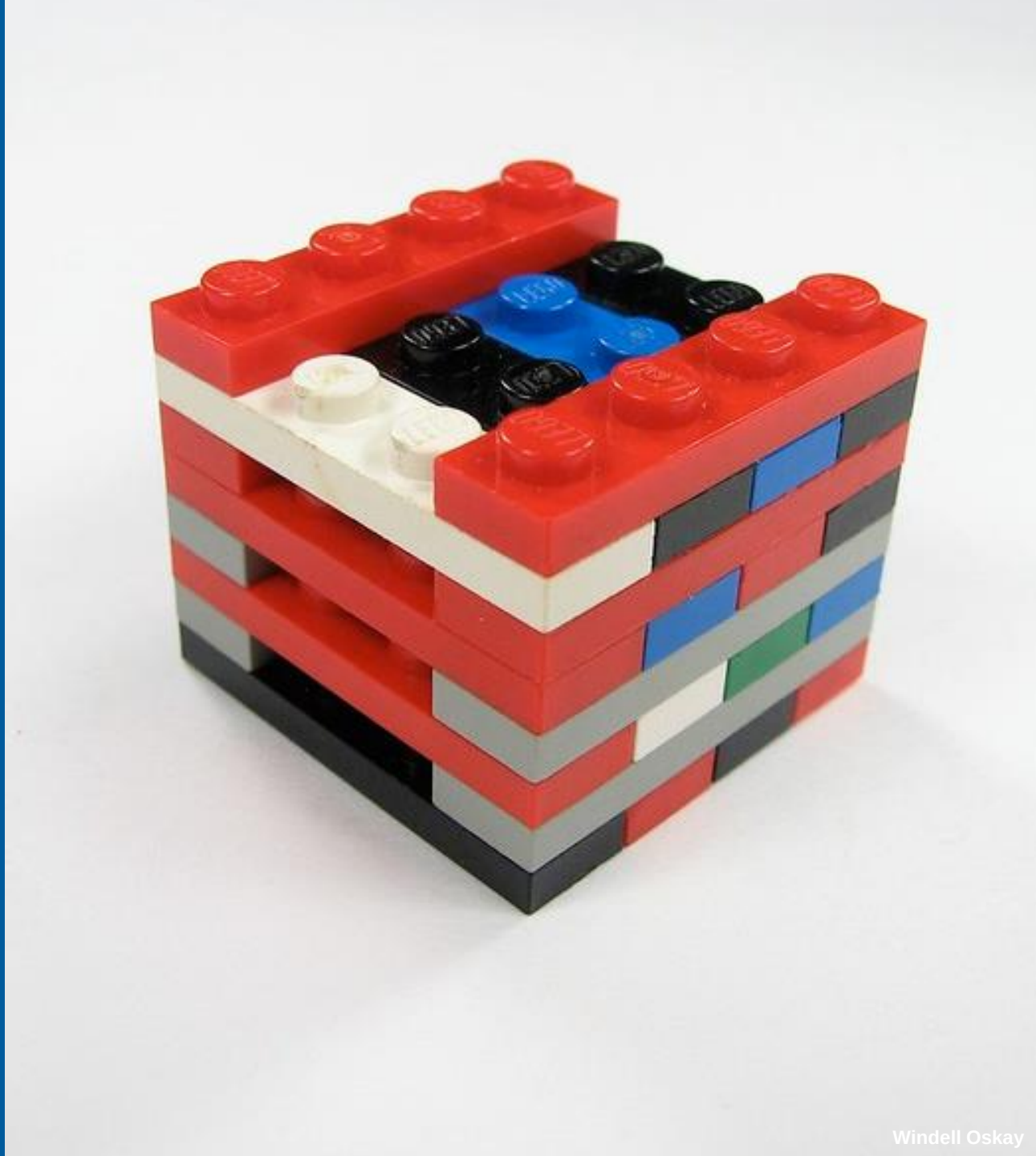
Authenticatie

4. Secure remote password protocol
5. Attribute-based credentials

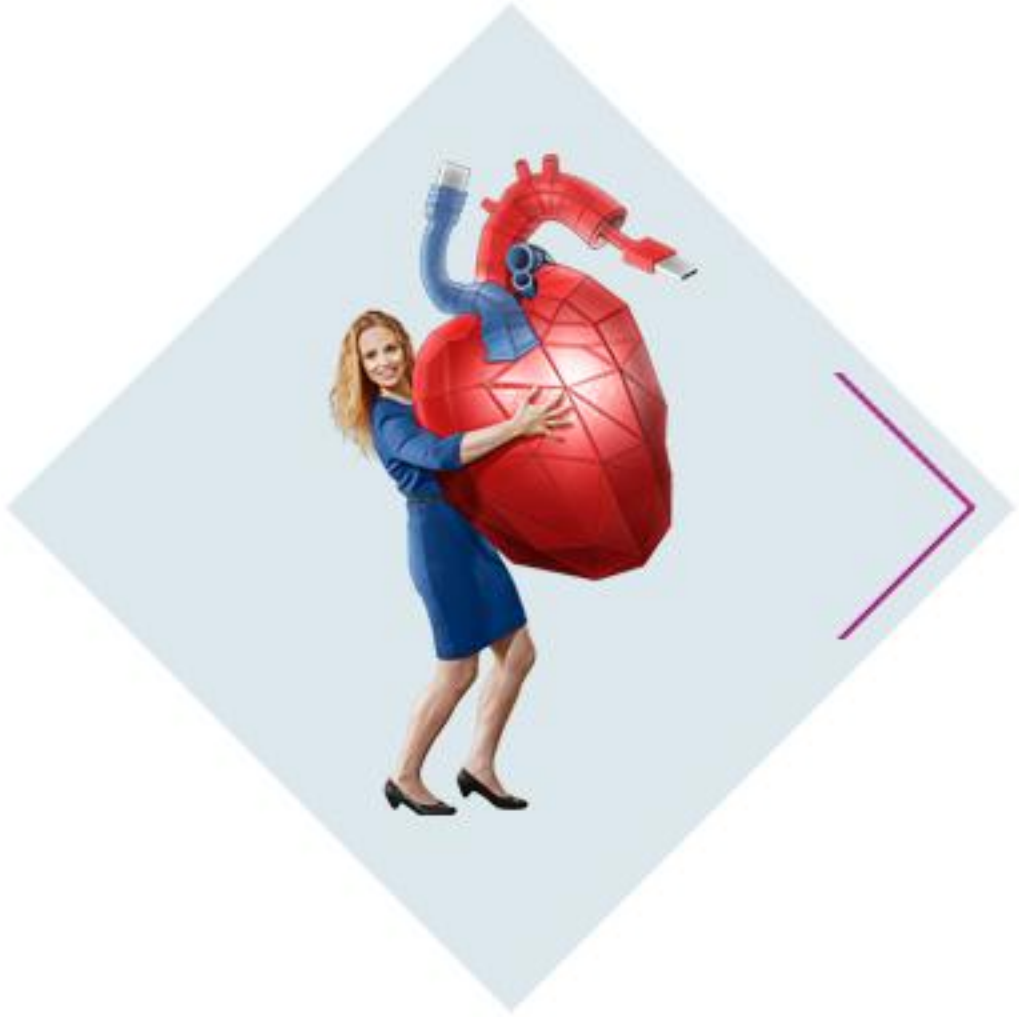
Privacyvriendelijke opvraging

6. Secure multiparty computation
7. Oblivious transfer
8. Private set intersection
9. Oblivious join

Er is veel meer!



Windell Oskay



Secure remote password protocol

Theorie:

Eigen code:

Getest:

Use case:

Thousands of hacked Disney+ accounts are already for sale on hacking forums

Hackers began hijacking accounts hours after Disney+ launched earlier this week.

By Catalin Cimpanu for Zero Day | November 16, 2019 -- 08:00 GMT (08:00 GMT) | Topic: Security

Hackers didn't waste any time and have started hijacking Disney+ user accounts hours after the service launched.

Many of these accounts are now being offered for free on hacking forums, or available for sale for prices varying from $3 to $11, a *ZDNet* investigation has discovered.

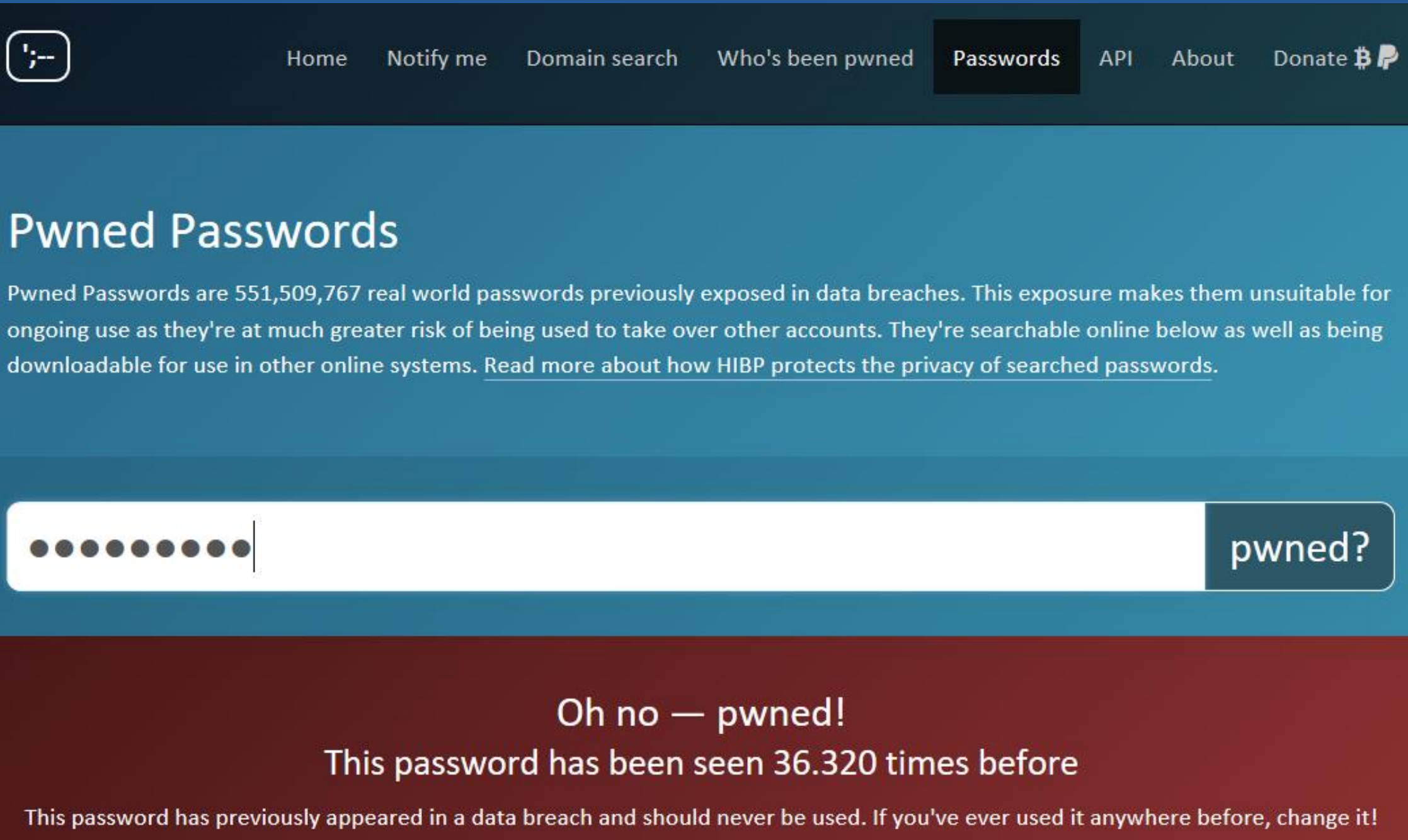
A STREAM OF USER COMPLAINTS

The Disney+ video streaming service launched this week, on November 12. The service, although being available only in the US, Canada, and the Netherlands, has already amassed more than 10 million customers in its first 24 hours.

Smals ICT for society

Lekken van paswoorden

https://haveibeenpwned.com/

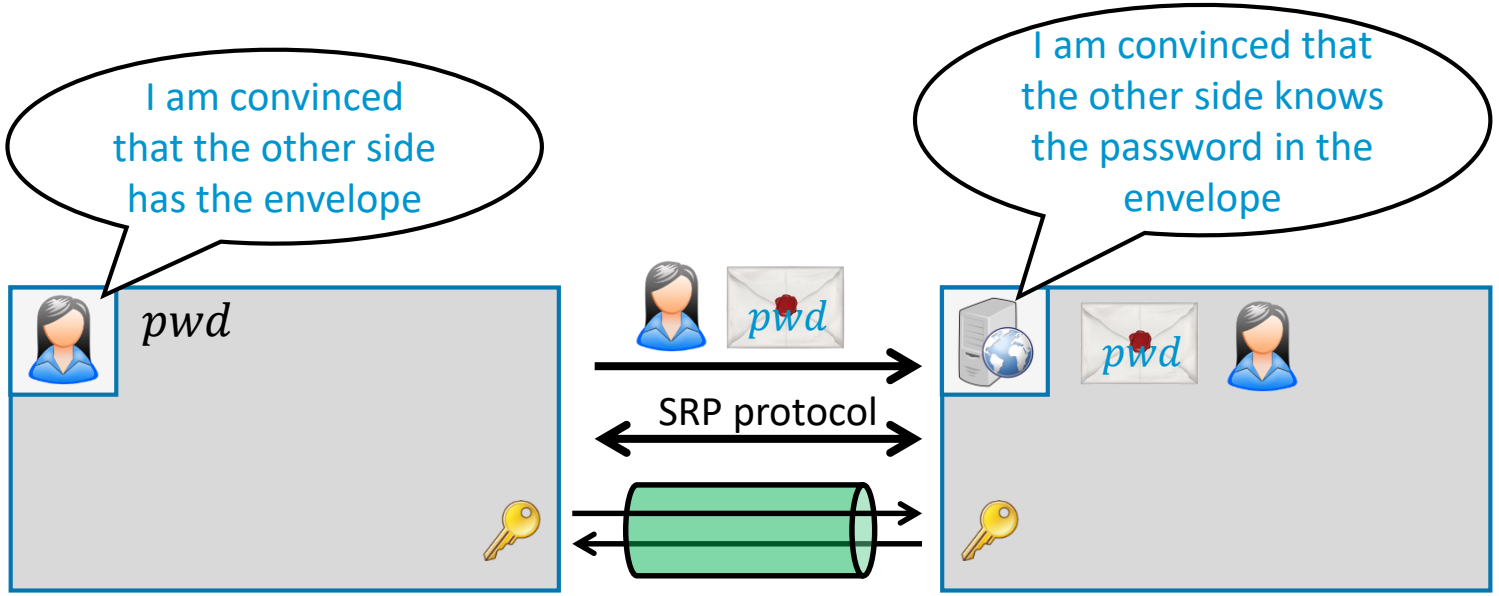


Secure remote password protocol

Maximale veiligheid op basis van paswoord

- Paswoord verlaat nooit toestel eindgebruiker
- Raden paswoord moeilijk
- Server weet niet of twee verschillende users zelfde paswoord gebruiken
- Wederzijds geauthenticeerd kanaal

SRP is meest populaire PAKE (Password authenticated key exchange)



Secure remote password protocol - Performantie

Java / Bouncy Castle

Key length	Registratie client	Authenticatie client-side	Authenticatie server-side
2048 bit (112 bit security)	10ms	60ms	60ms
3072 bit (128 bit security)	20ms	200ms	200ms
4096 bit	30ms	350ms	350ms
6144 bit	40ms	1100ms	1100ms
8192 bit	70ms	3000ms	3000ms

Symmetric	DH or RSA	ECC
56	512	112
80	1024	160
112	2048	224
128	3072	256
192	7680	384
256	15360	521

Opmerkingen

- Performantie Javascript te testen
- OPAQUE is efficiënter dan SRP

Lenovo Thinkpad L570, Windows 10, Intel Core i5-6300 CPU @ 2,40Ghz, 16GB
Measurements only of calculations, not of storage IO or communication

Secure remote password protocol – Maturiteit & adoptie

Hoge maturiteit

- Sinds 2001, momenteel versie 6
- Ondersteund door SSL/TLS (TLS-SRP), EAP, SAML, …
- In diverse libraries zoals BouncyCastle & OpenSSL
- Standaardizatieprojecten: IEEE P1363 en ISO/IEC 11770-4
- Patentvrij

Nauwelijks adoptie

- Gebruikt door o.a. Apple iCloud Key Vault, protonmail, 1Password, …
- Complexer dan klassiek paswoord formulier
- Beperkte bekendheid (Cryptograaf ≠ marketing boy).

https://blog.cryptographyengineering.com/2018/10/19/lets-talk-about-pake/
https://protonmail.com/blog/encrypted_email_authentication/
https://1password.com/files/1Password%20for%20Teams%20White%20Paper.pdf

Secure remote password protocol - Veiligheidsniveau

Veiligheidsniveau

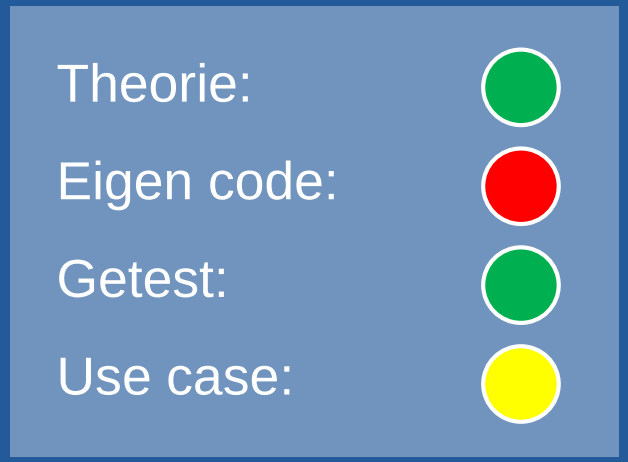
- Hoogst mogelijke beveiliging op basis van paswoord
- Factor in multi-factor authenticatie

Auth. level	Authentication means	Tech. level
High	eID	500
	Itsme	450
	Mobile app / SMS OTP	400
	Token	300
Low	Username/password	200
Without identification	Self-registration without usage NRN	100

Secure remote password protocol

Sterke bescherming van server-side paswoorden

Veilig kanaal na geslaagde authenticatie op basis van paswoord



Attribute-based credentials

Theorie:	🟡
Eigen code:	🔴
Getest:	🔴
Use case:	🔴

Attribute-based credentials - Probleemstelling

Scenario

Burger wil alcohol/vuurwerk aankopen en moet bewijzen dat hij/zij ouder is dan 18 jaar

Traditionele oplossing

Belgische eID kaart

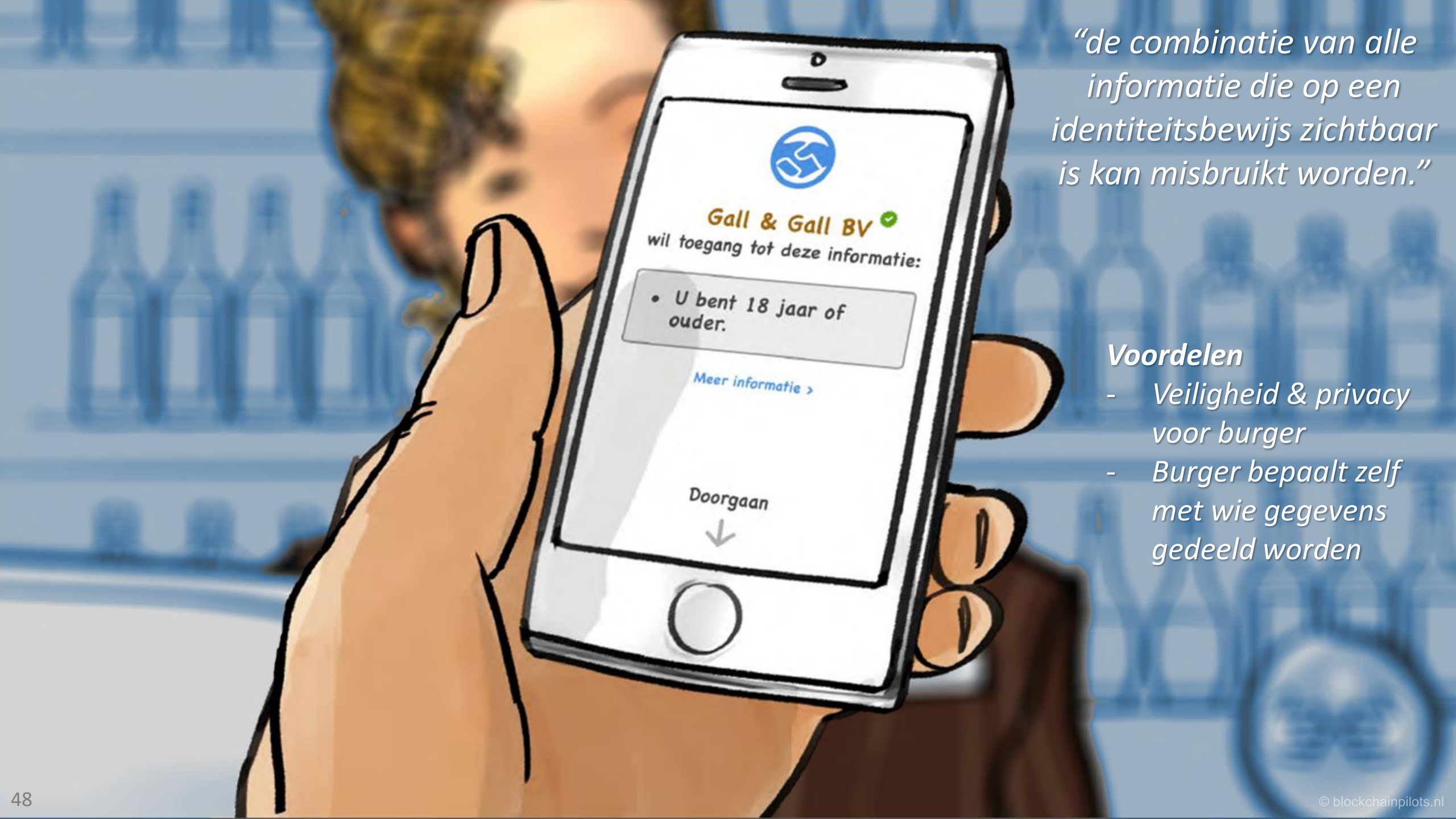
Privacy

Handelaar komt ook je volledige naam, rijksregisternummer, geslacht, exacte geboortedatum, etc. te weten

Probleemstelling

Kan de burger ENKEL bewijzen dat hij 18+ is, waarbij de afhankelijkheid van een derde partij geminimaliseerd wordt?

Zoltán Vörös

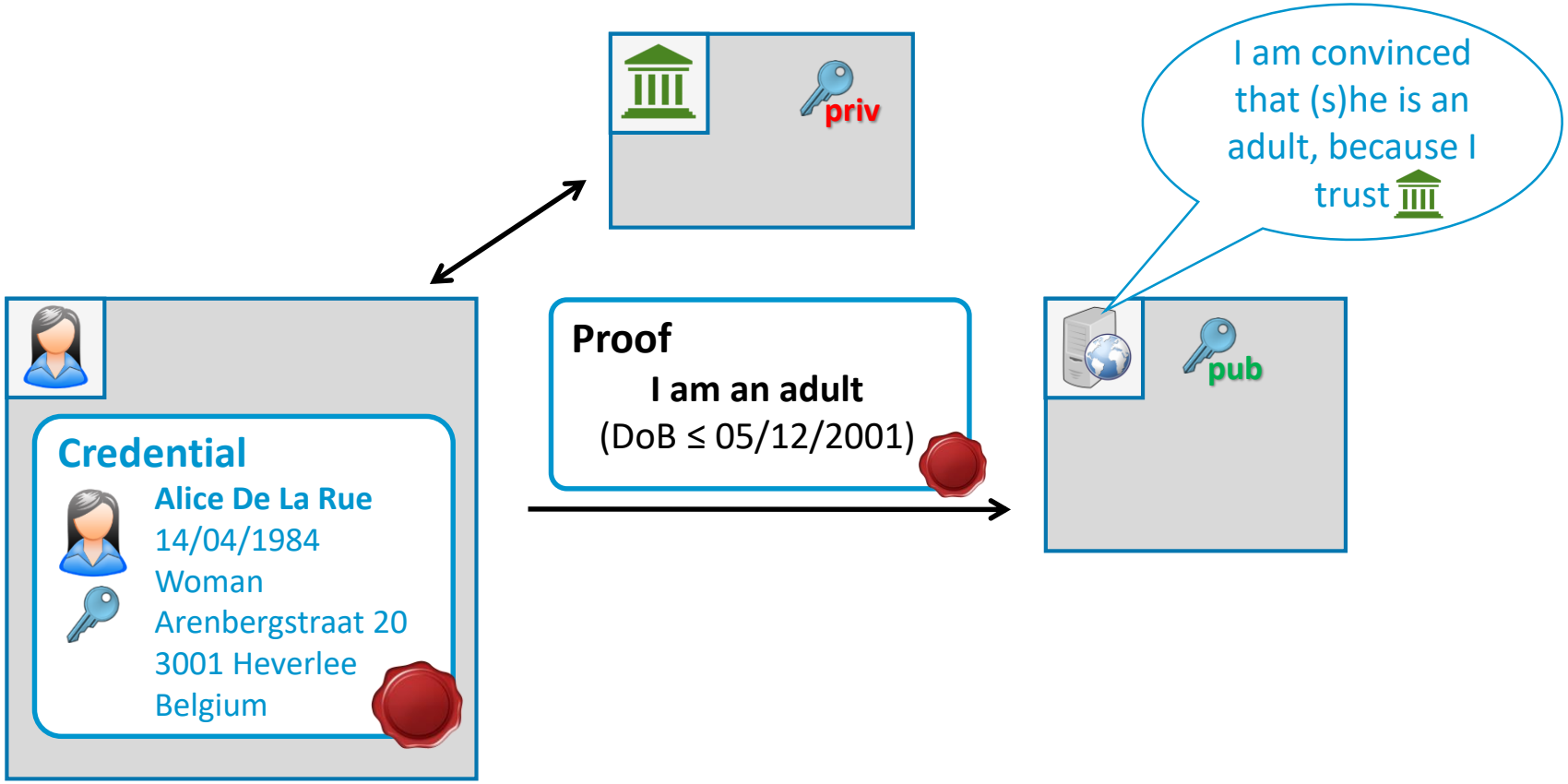


"de combinatie van alle informatie die op een identiteitsbewijs zichtbaar is kan misbruikt worden."

Voordelen

- *Veiligheid & privacy voor burger*
- *Burger bepaalt zelf met wie gegevens gedeeld worden*

Attribute-based credentials

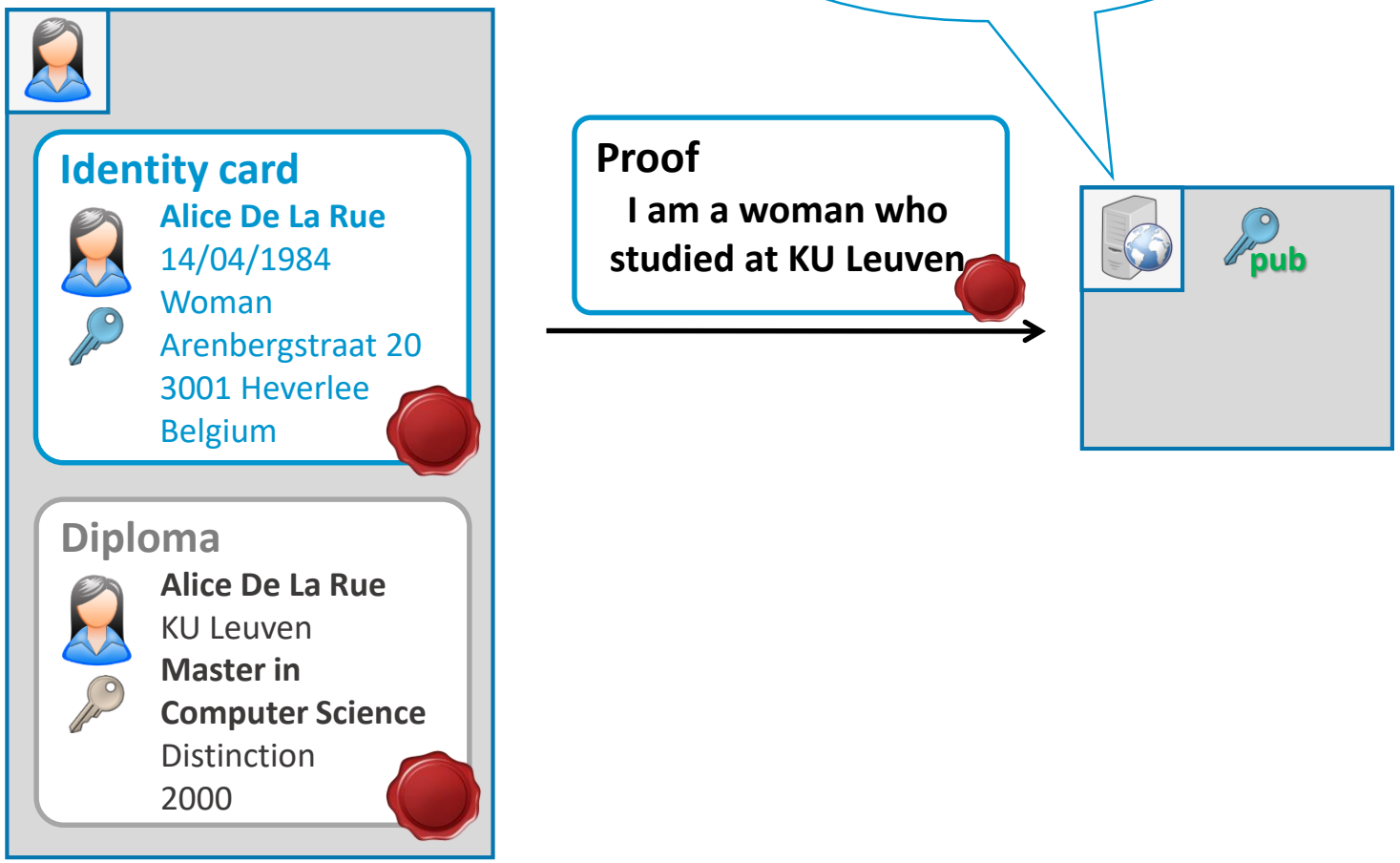


Selectieve prijsgave
Burger kiest welke informatie hij/zij toont

Onlinkbaarheid
Server kan twee authenticaties zelfde persoon niet linken

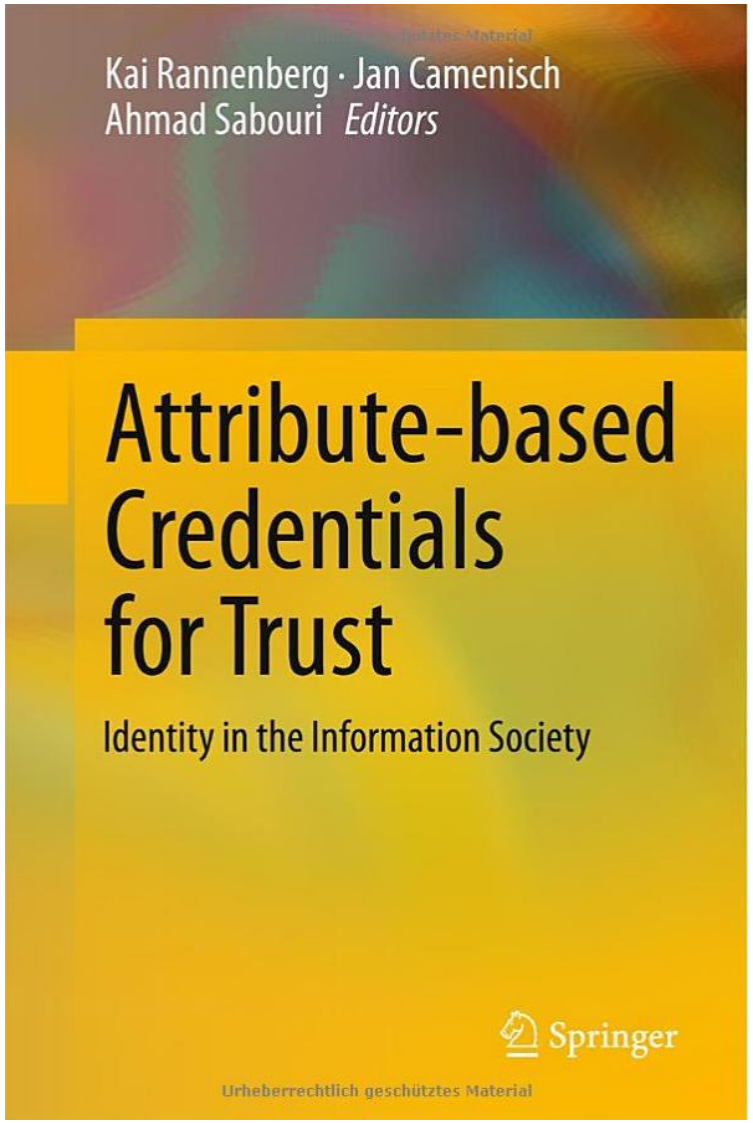
Conditionele privacy
Eventueel kan een vertrouwde partij Alice identificeren (vb. bij misbruik)

Attribute-based credentials



Kristof Verslype

Attribute-based credentials



IBM

Identity Mixer / Idemix

Microsoft

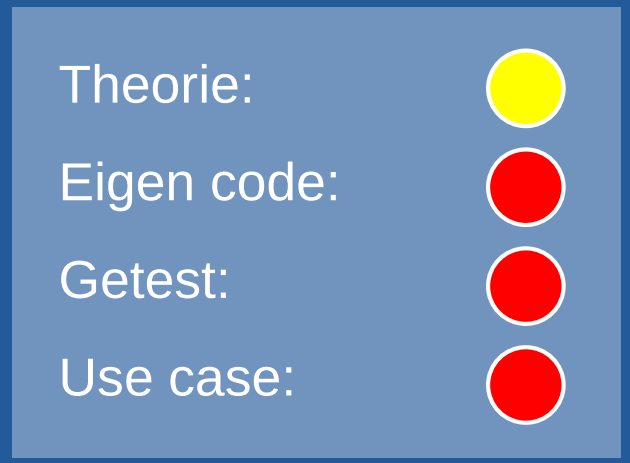
U-Prove

HYPERLEDGER FABRIC

Smals ICT for society

Attribute-based credentials

De burger bepaalt selectief welke eigenschappen hij/zij over zichzelf prijsgeeft



Geavanceerde cryptografie

Speciale cijfertekst

1. Threshold encryption
2. Format-preserving encryption
3. Proxy reencryption

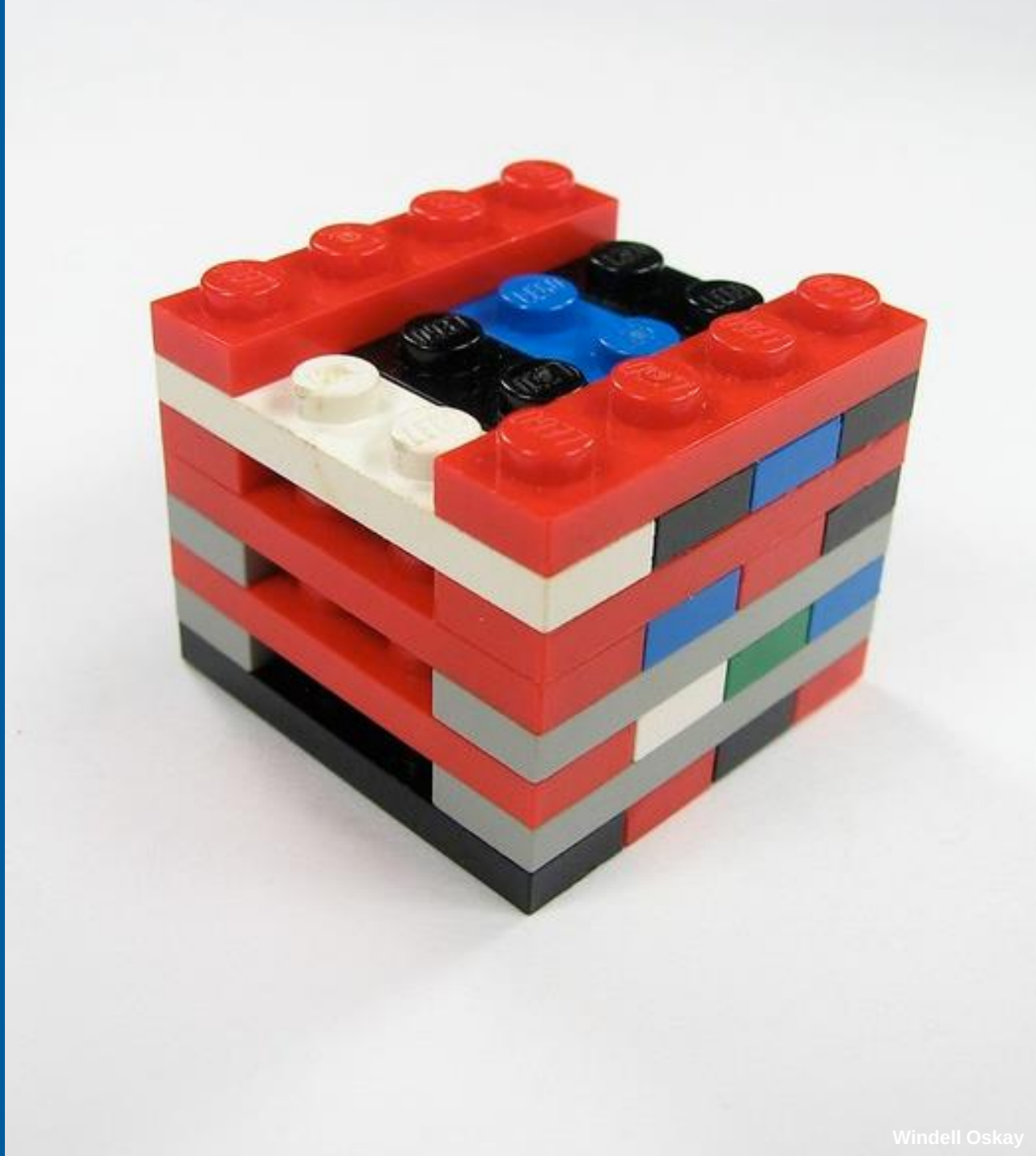
Authenticatie

4. Secure remote password protocol
5. Attribute-based credentials

Privacyvriendelijke opvraging

6. Secure multiparty computation
7. Oblivious transfer
8. Private set intersection
9. Oblivious join

Er is veel meer!



Windell Oskay

PAUZE

Geavanceerde cryptografie

Speciale cijfertekst

1. Threshold encryption
2. Format-preserving encryption
3. Proxy reencryption

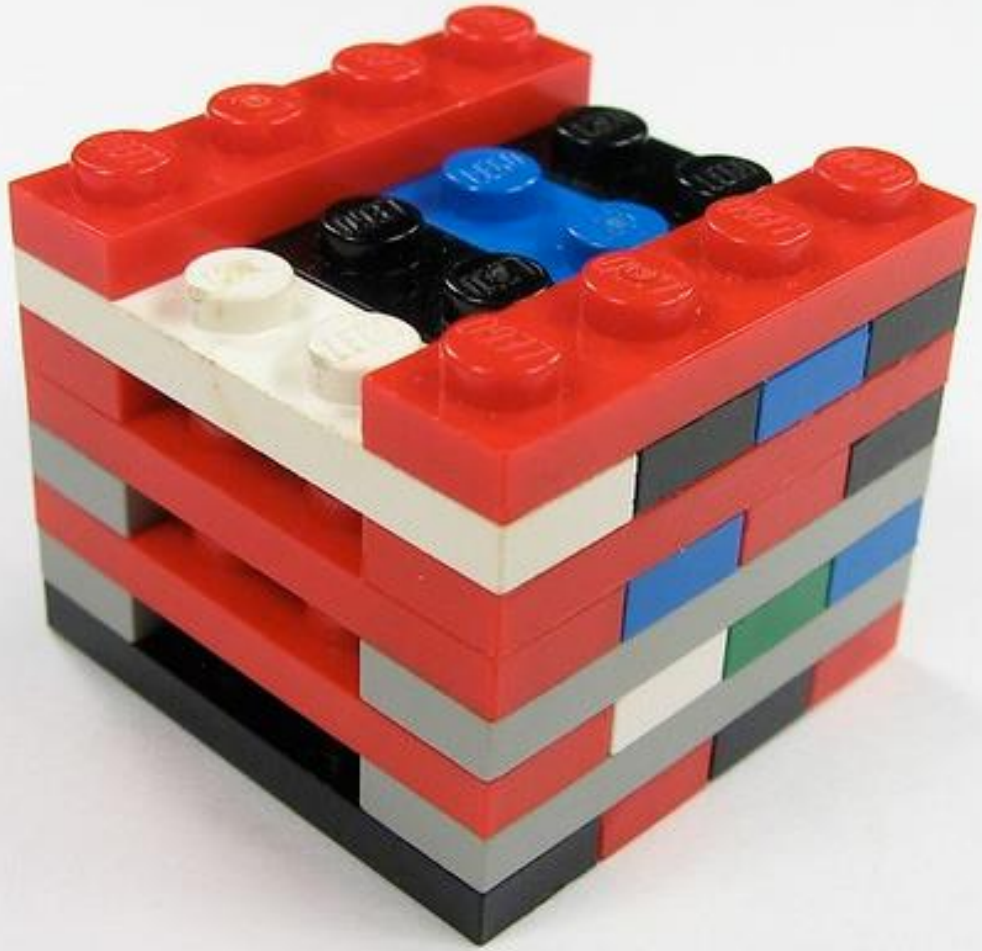
Authenticatie

4. Secure remote password protocol
5. Attribute-based credentials

Privacyvriendelijke opvraging

6. Secure multiparty computation
7. Oblivious transfer
8. Private set intersection
9. Oblivious join

Er is veel meer!



Windell Oskay

Secure multiparty computation

Theorie:

Eigen code:

Getest:

Use case:

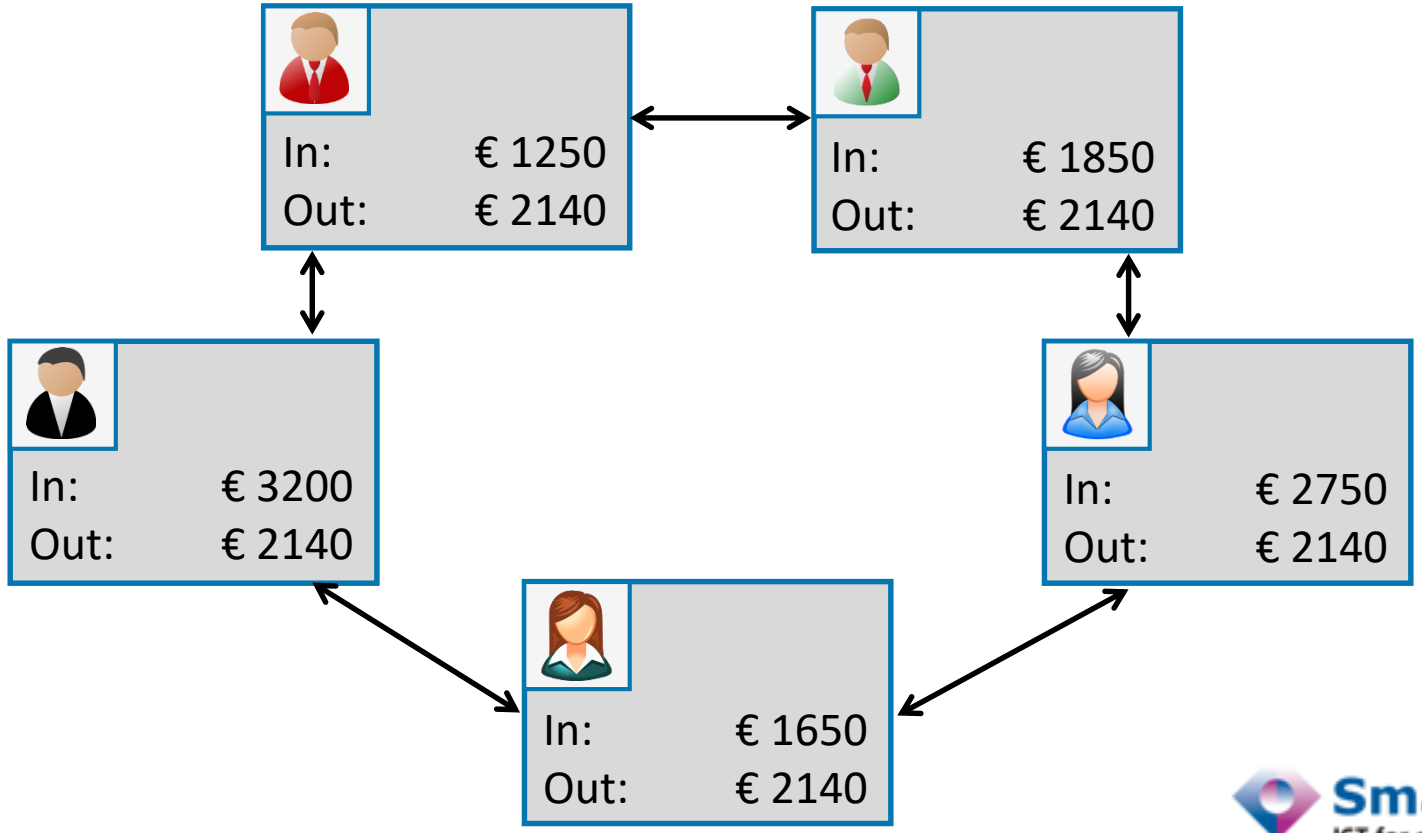
Secure multiparty computation

Probleemstelling

Kunnen we collectief code uitvoeren, dus zonder vertrouwde partij, waarbij meerdere participanten invoer aanleveren die toch confidentieel blijft?

Voorbeeld

Het berekenen van het gemiddelde loon, zonder het individuele loon prijs te geven.



Smals
ICT for society

Secure multiparty computation – Dubbele veiling

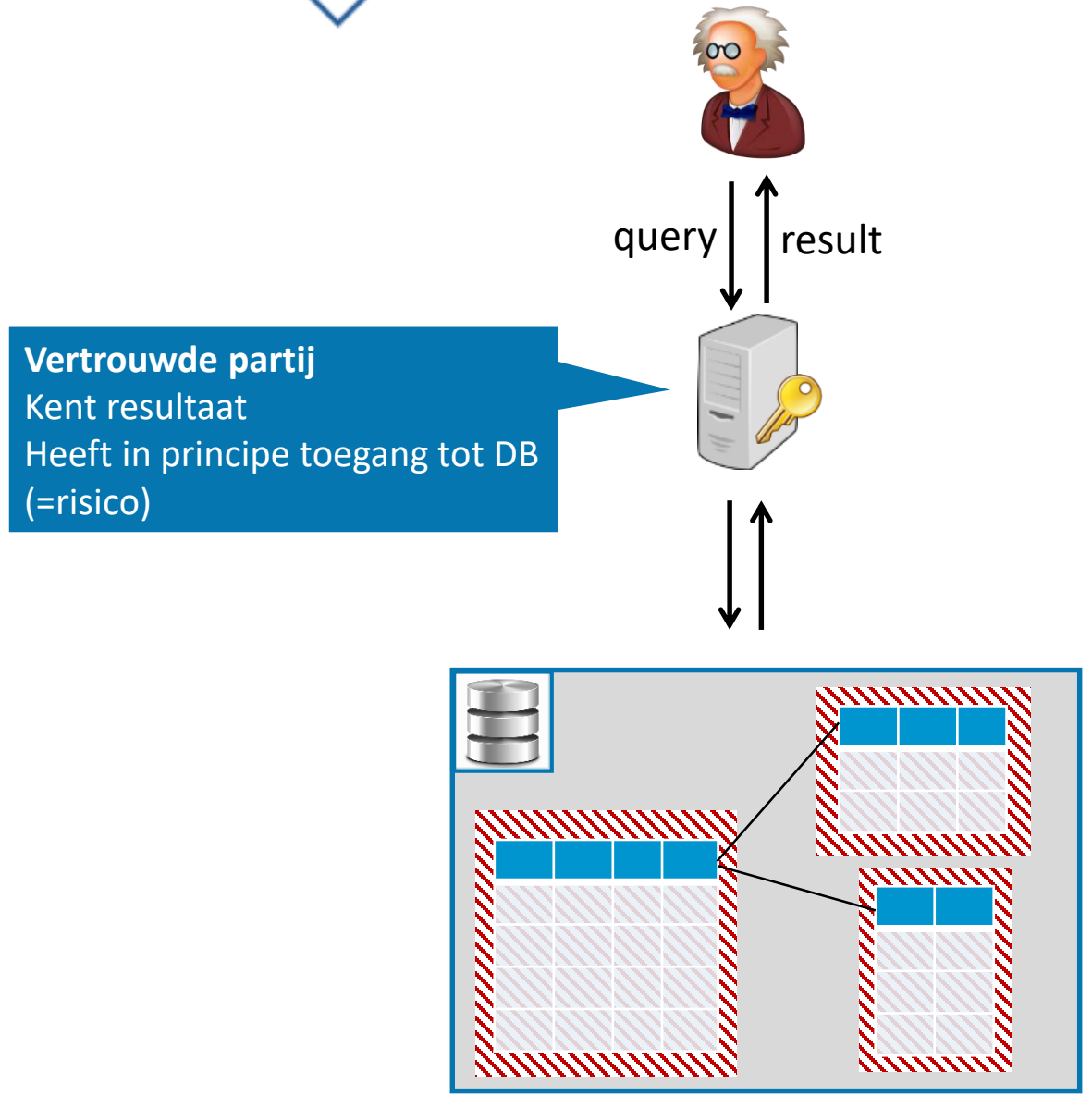
PARTISIA

- 1e grootschalige toepassing en commercieel gebruik van SMC (2009)
- Context: Deense suikerindustrie
- Dubbele veiling (kopers en verkopers bieden)
- Veiling verloopt zonder centrale partij
- De biedingen blijven voor altijd vertrouwelijk

https://partisia.com/mpc-goes-live/

Smals
ICT for society

Secure multiparty computation – Private Data as a Service (PDaaS)



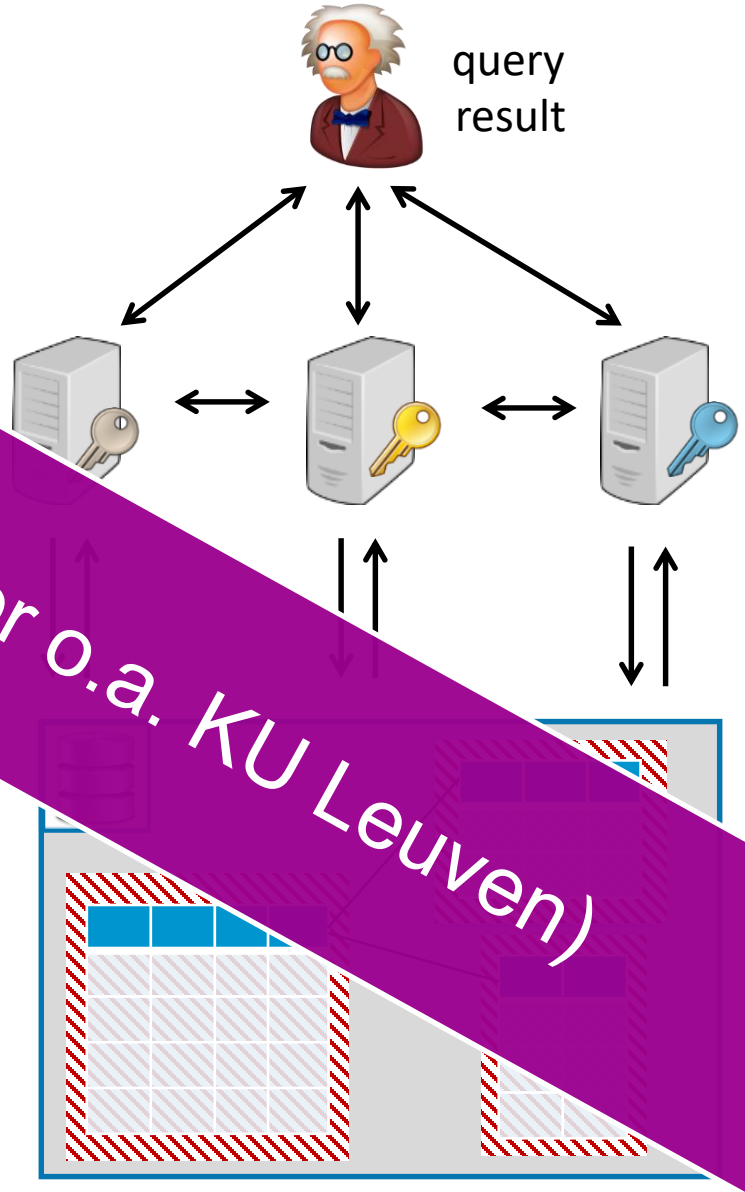
Vertrouwde partij
Kent resultaat
Heeft in principe toegang tot DB
(=risico)

https://eprint.iacr.org/2018/450.pdf
https://www.esat.kuleuven.be/cosic/running-projects/?project=242f

Smals
ICT for society

Secure multiparty computation – Private Data as a Service (PDaaS)

Ongoing research (door o.a. KU Leuven)



- Vertrouwde partij is verdwenen
- Inhoud DB en resultaat query blijven verborgen voor servers.

https://eprint.iacr.org/2018/450.pd
https://www.esat.kuleuven.be/cosic/running-projects/?project=242f

pxhere.com/en/photo/646713

Secure multiparty computation

Bill Smith

Alle code die door een centrale vertrouwde partij kan uitgevoerd worden, kan ook zonder die partij uitgevoerd worden, met bescherming van de confidentialiteit van de invoer.

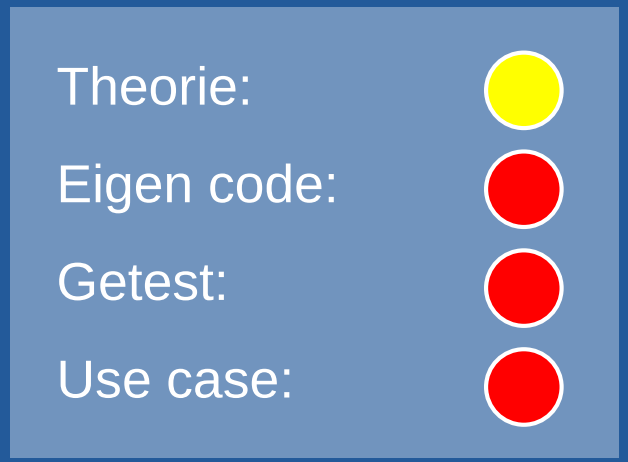
→ **Verregaande theoretische implicaties**

In de praktijk niet altijd haalbaar (o.a. performantie)

Specifiek uitgedachte protocols doorgaans efficiënter

Secure multiparty computation

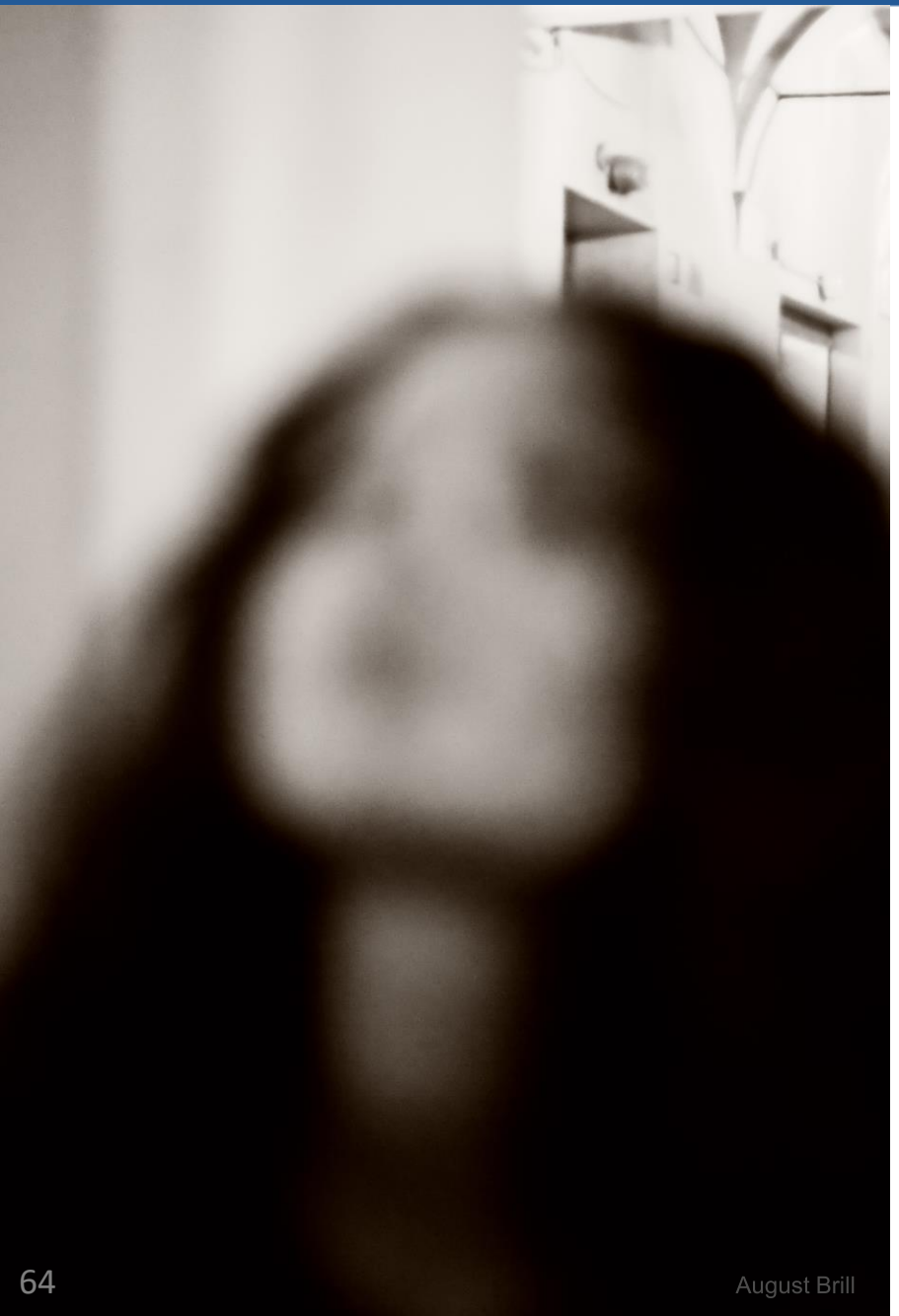
Het collectief uitvoeren van code waarbij de invoer van de veschillende partijen confidentieel blijft



Oblivious transfer
(vergeetachtige verzending)

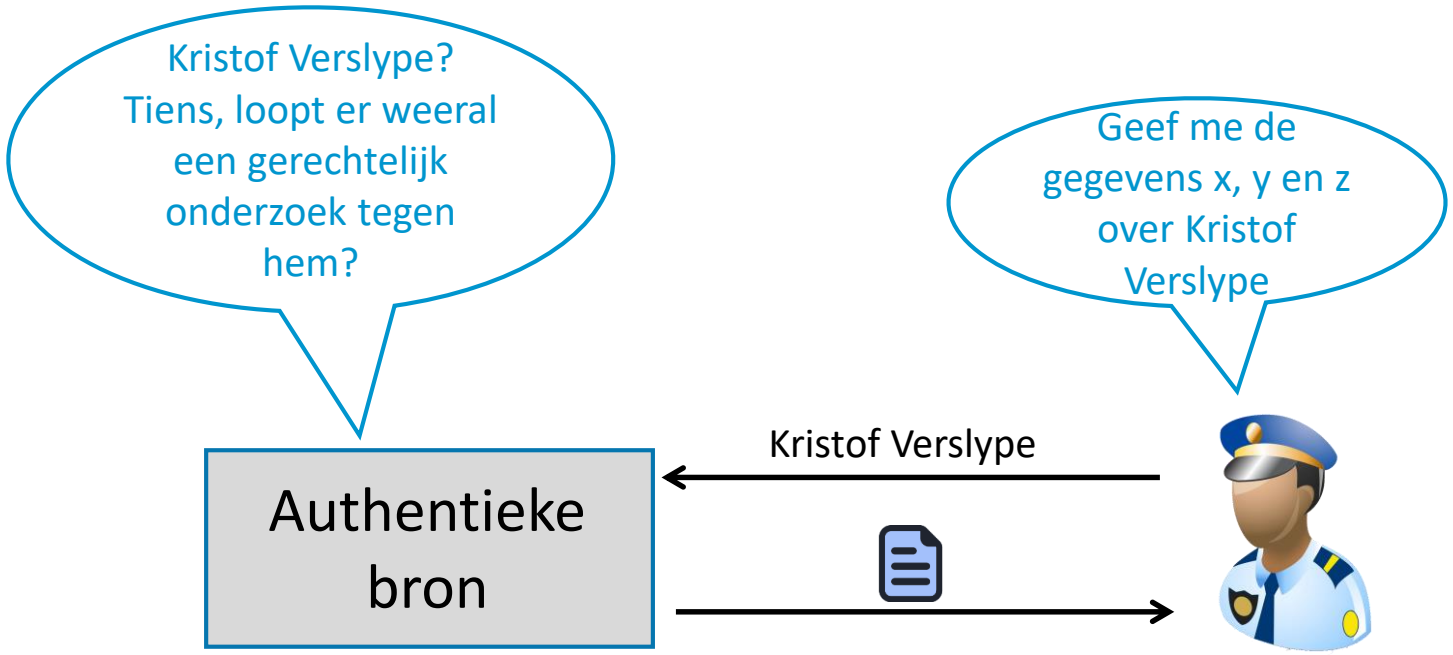
Theorie: 🟢
Eigen code: 🟢
Getest: 🟢
Use case: 🟡

Oblivious transfer - Probleemstelling



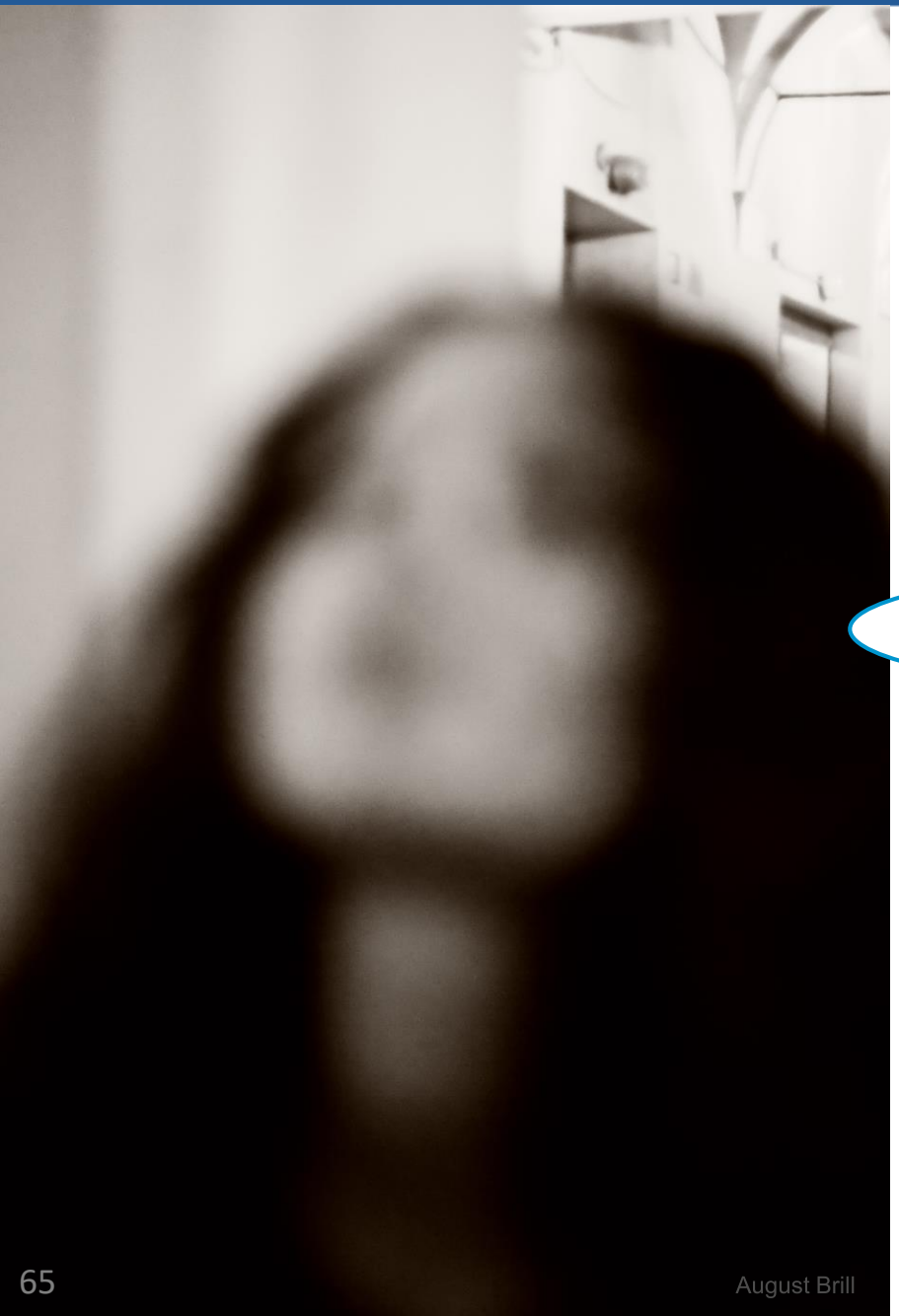
Scenario

Onderzoek vanuit justitie naar een specifieke burger



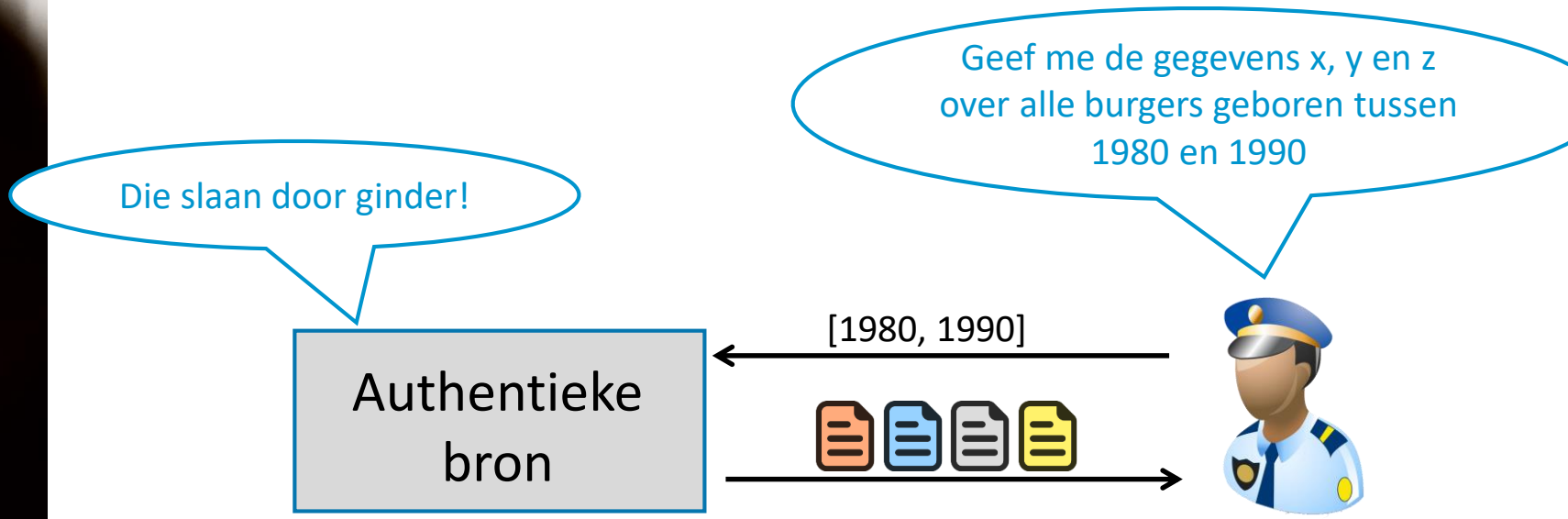
Er wordt voldaan aan de informatievereiste,
ten koste van privacy burger & confidentialiteit van het onderzoek

Oblivious transfer - Probleemstelling



Scenario

Onderzoek vanuit justitie naar een specifieke burger



Disproportionele verwerking persoonsgegevens door justitie

Oblivious transfer - Spanningsveld

Privacy burger & confidentialiteit onderzoek t.a.v. authentieke bron

⟺

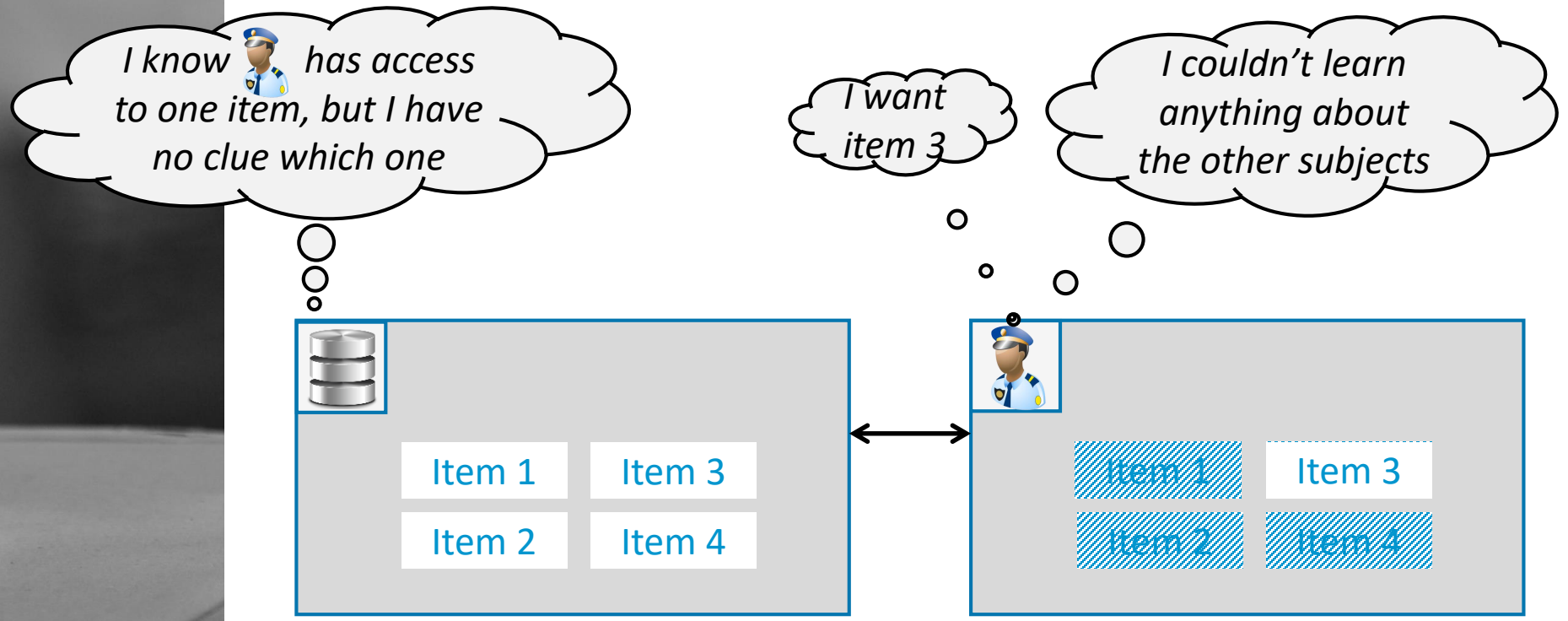
Proportionele gegevensverwerking door justitie

Jobeca (Jarr1520) @ Flickr

Oblivious transfer - Concept

Een zender geeft aan een ontvanger toegang tot exact één data-item uit een verzameling data-items.

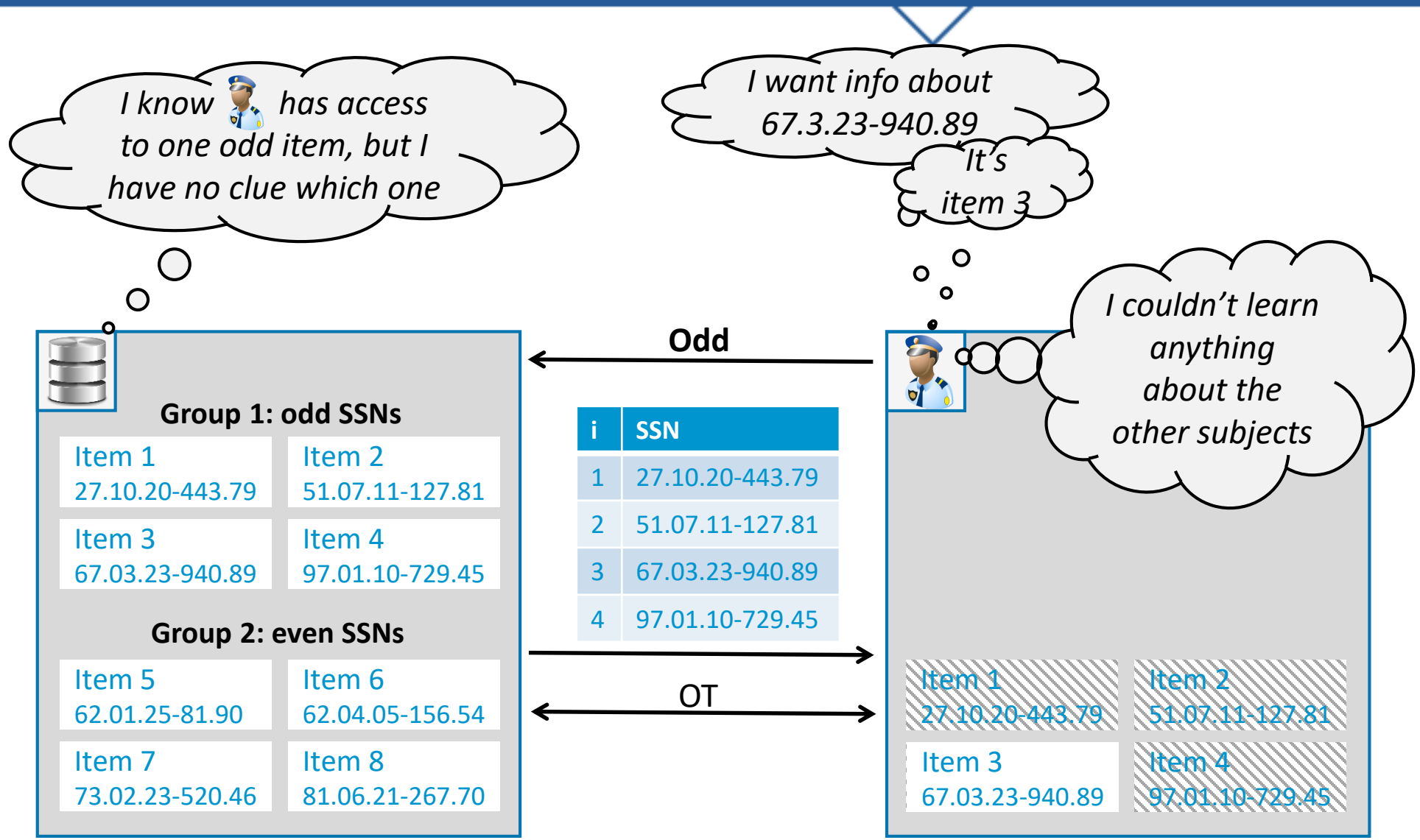
De zender weet echter niet over welk data item het gaat.



Sologenesis (Leo) @ Flickr

Smals ICT for society

Oblivious transfer – Scenario 1



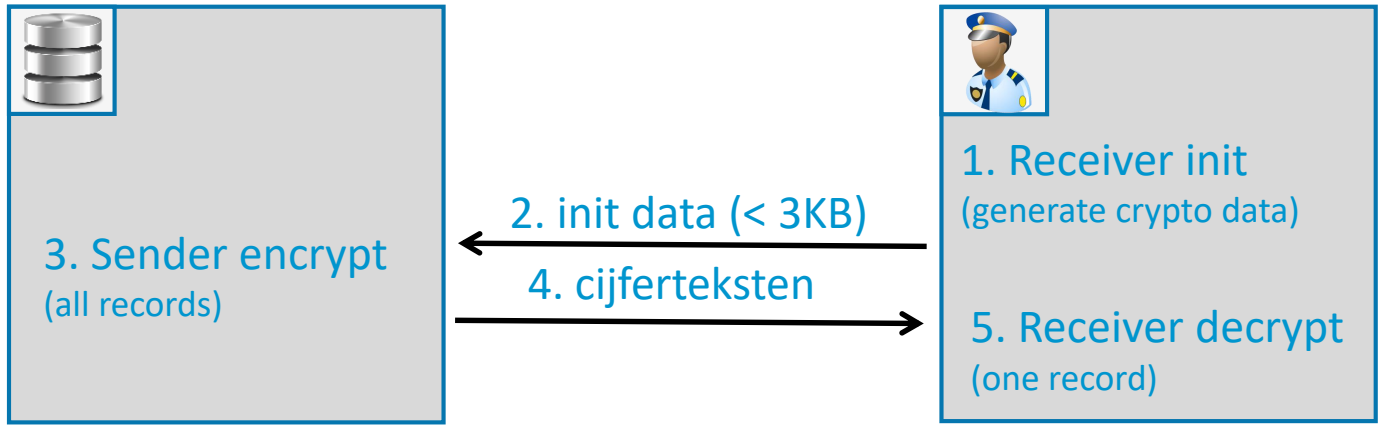
In realiteit (1)

Wellicht in combinatie met juridische verplichting irrelevante cijferteksten te verwijderen

In realiteit (2)

- Niet 1-uit-4 oblivious transfer,
- Eerder 1-uit-1000 oblivious transfer

Oblivious transfer – Performantie



Zwaartepunt ligt bij zender

256 bit security, standaard laptop

	1 uit 1000 records			1 uit 10 000 records			1 uit 25 000 records		
	Receiver init O(log n)	Sender encrypt O(log n*s)	Receiver decrypt O(s + log n)	Receiver init O(log n)	Sender encrypt O(log n*s)	Receiver decrypt O(s + log n)	Receiver init O(log n)	Sender encrypt O(log n*s)	Receiver decrypt O(s + log n)
20,7KB/rec.	213ms	925ms	30ms	299ms	4896ms	27ms	289ms	11544ms	37ms
103,4KB/rec	214ms	2604ms	33ms	270ms	22 146ms	36ms	282ms	54586ms	40ms

Setup
Data in-memory / Lenovo Thinkpad L570, Windows 10, Intel Core i5-6300 CPU @ 2,40Ghz, 16GB
Measurements only of crypto calculations, not of storage IO or communication
P-521 curve, Average of 10 runs is taken
On average, less than 40% of total CPU used by the program

Smals ICT for society

Oblivious transfer – Status

Academische wereld:
Actief onderzoeksdomein

- 1-out-of-2
- 1-out-of-N
- M-out-of-N
- Traditioneel of kwantumresistent
- …

Implementatie door Smals Research
Library voor testdoeleinden

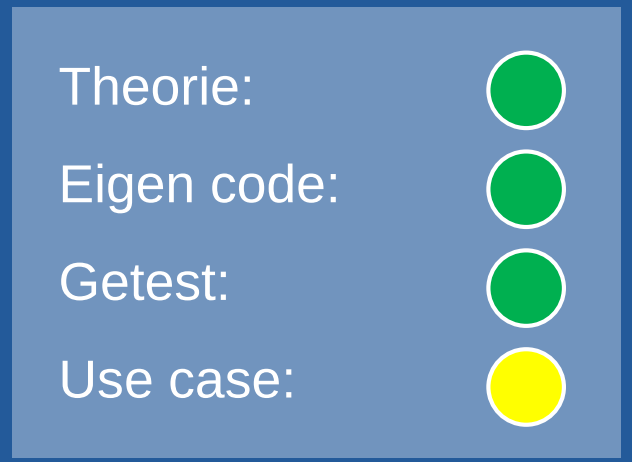
1-out-of-N oblivious transfer [1]	**Unit test**
1-out-of-2 oblivious transfer [1]	**Unit test**
Dual Mode Encryption [2]	**Unit test**

[1] M Byali, A Patra, D Ravi, P Sarkar. *Fast and Universally-Composable Oblivious Transfer and Commitment Scheme with Adaptive Security*. IACR Cryptology ePrint Archive, **2017**
[2] C. Peikert, V. Vaikuntanathan, B. Waters. *A Framework for Efficient and Composable Oblivious Transfer.* CRYPTO 2008: Advances in Cryptology – **CRYPTO 2008** pp 554-571

Smals
ICT for society

Oblivious transfer
(vergeetachtige verzending)

Het opvragen aan een zender van één record uit een verzameling records, zonder dat de zender weet hetwelke



Private set intersection

Theorie:

Eigen code:

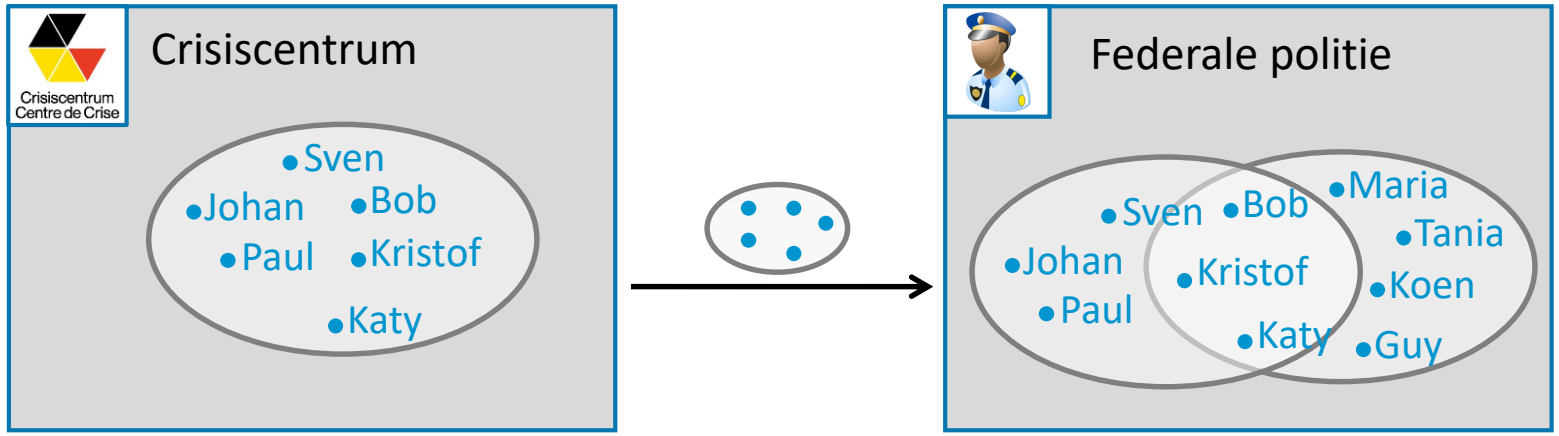
Getest:

Use case:

Private set intersection (PSI)

Toepassing

Wetshandhavingsdiensten willen weten of ze gemeenschappelijke verdachten volgen. (anders geformuleerd: over welke personen hebben ze beiden een dossier?)



Probleemstelling

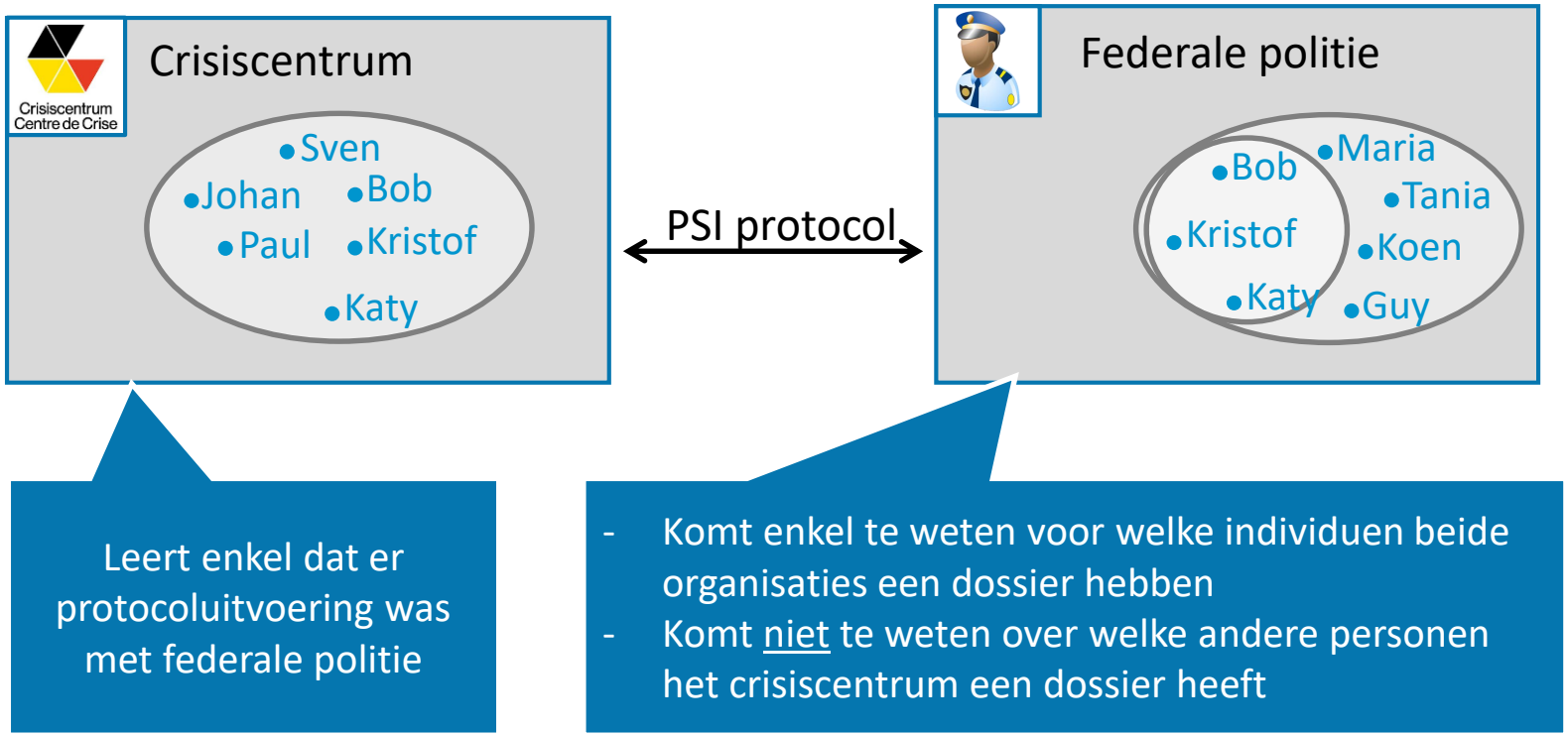
Crisiscentrum geeft aan Federale Politie de volledige lijst van individuen met dossier

-> De ene partij geeft veel te veel gevoelige persoonsgegevens aan de andere partij

Private set intersection (PSI)

Toepassing

Wetshandhavingsdiensten willen weten of ze gemeenschappelijke verdachten volgen. (anders geformuleerd: over welke personen hebben ze beiden een dossier?)



Leert enkel dat er protocoluitvoering was met federale politie

- Komt enkel te weten voor welke individuen beide organisaties een dossier hebben
- Komt niet te weten over welke andere personen het crisiscentrum een dossier heeft

Andere potentiële toepassingen

- Welke bedrijven ook achterstallige bijdragen bij andere overheidsinstelling
- Welke burgers aangesloten bij meerdere ziekenfondsen (dubbel verzekerd)

Resultaten uit de literatuur (*)

- 128 bit security
- Elementen 32 bits lang (voldoende voor rijksregisternummers)
- 2 PCs (Intel Haswell i7-4770K CPU with 3.5 GHz and 16 GB RAM)

Gelijke set grootte 2^{20} (1 000 000)	
Runtime	5,6 sec.
Communicatie	107 MB

Ongelijke set grootte 2^{24} (16 000 000) en 2^{12} (4000)	
Runtime	35,1 sec.
Communicatie	362 MB

Opmerking:
Meerdere PSI protocols werden voorgesteld. Bovenstaande is een recente en efficiënte.

(*) Pinkas, B., Schneider, T., & Zohner, M. (2016). Scalable private set intersection based on OT extension. *ACM Transactions on Privacy and Security (TOPS)*, *21*(2), 7.

Smals ICT for society

Private set intersection

Twee entiteiten hebben elke een set met elementen.

Een van die entiteiten leert de doorsnede.

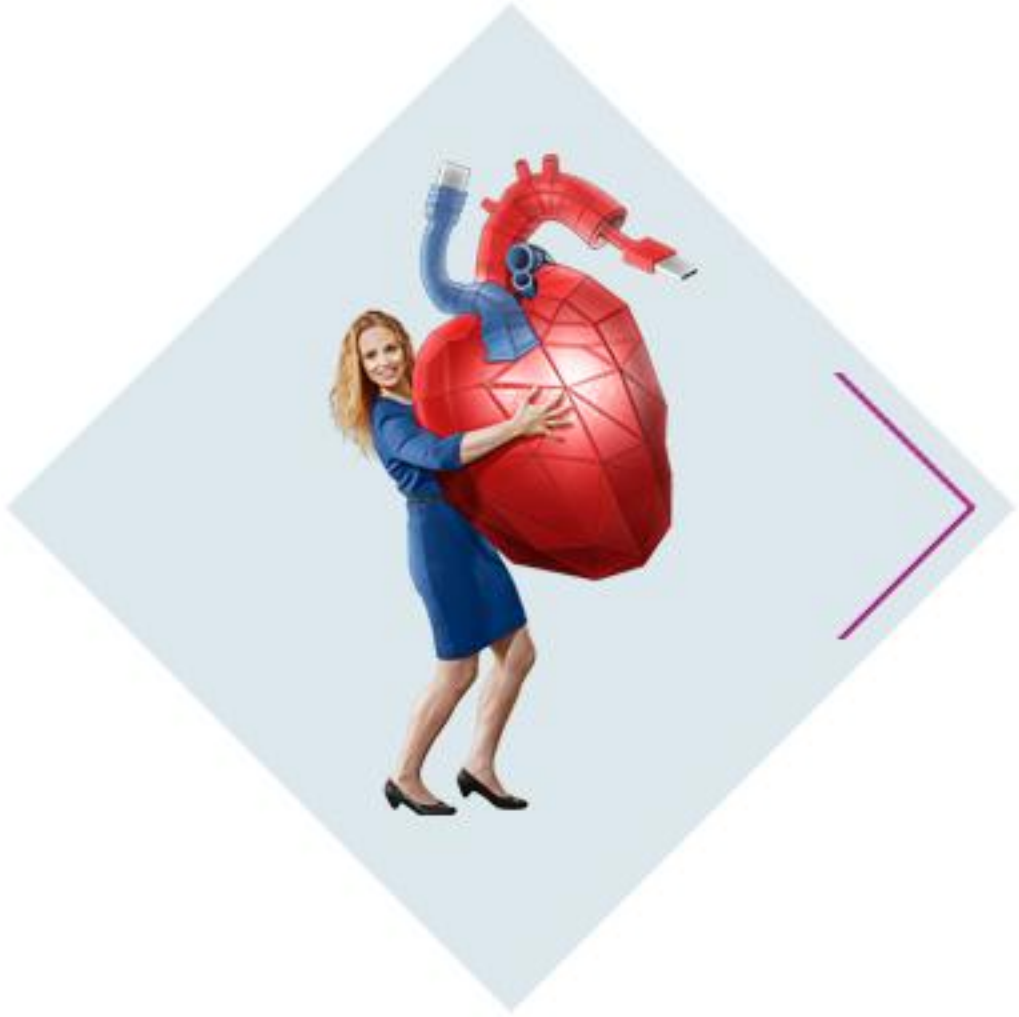
Voor de rest lekt er geen informatie

Theorie: 

Eigen code: 

Getest: 

Use case: 



Oblivious join

Concept door Smals Research

Theorie:	●
Eigen code:	●
Getest:	●
Use case:	●

Oblivious join

Context

Een onderzoeker wil voor wetenschappelijk onderzoek toegang tot bepaalde (gepseudonimizeerde) persoonsgegegevens

Welke burgers?

- Alle zelfstandigen in bijberoep
- Die meer dan € 50 000 per jaar verdienen in hoofdberoep

Welke data?

- Specifieke medische gegevens &
- Gegevens over verzekering als zelfstandige

Medewerking van verschillende bronnen vereist

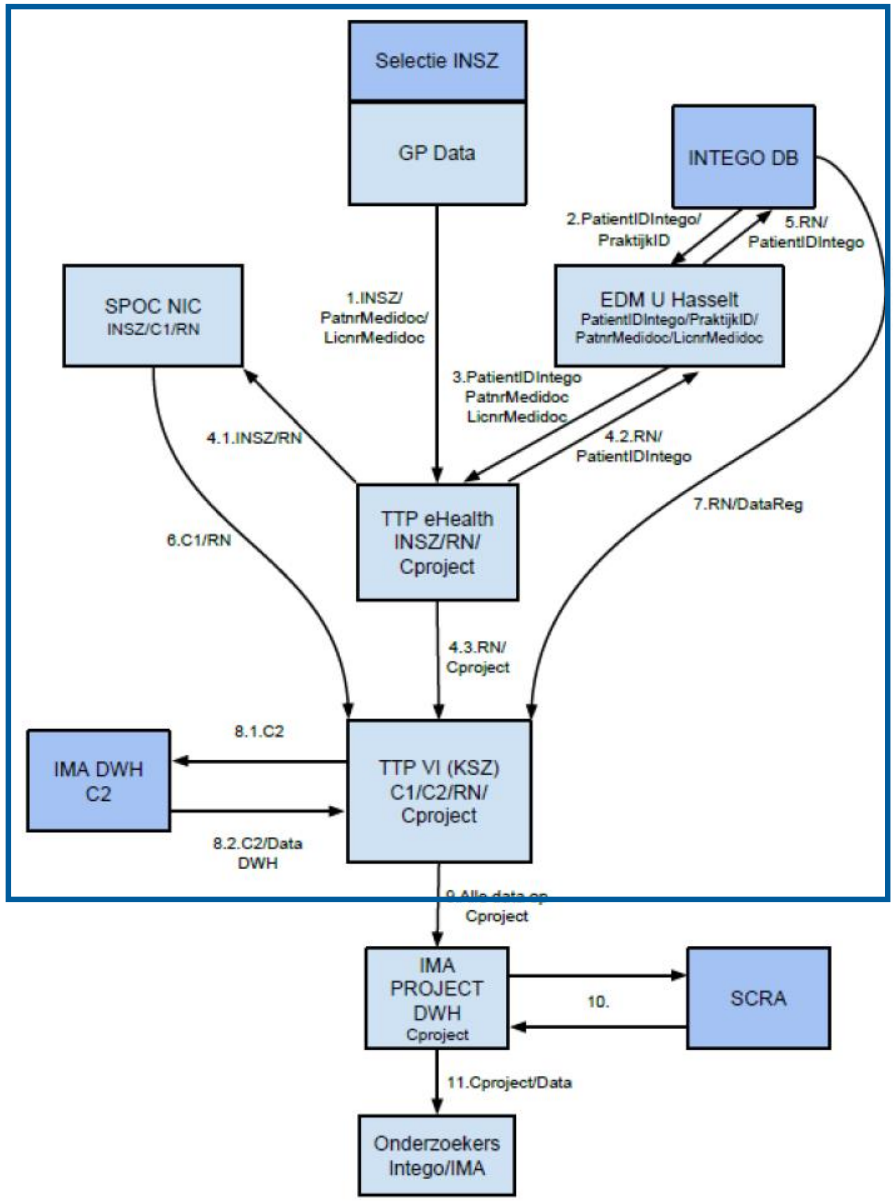
RSZ - ONSS - LSS

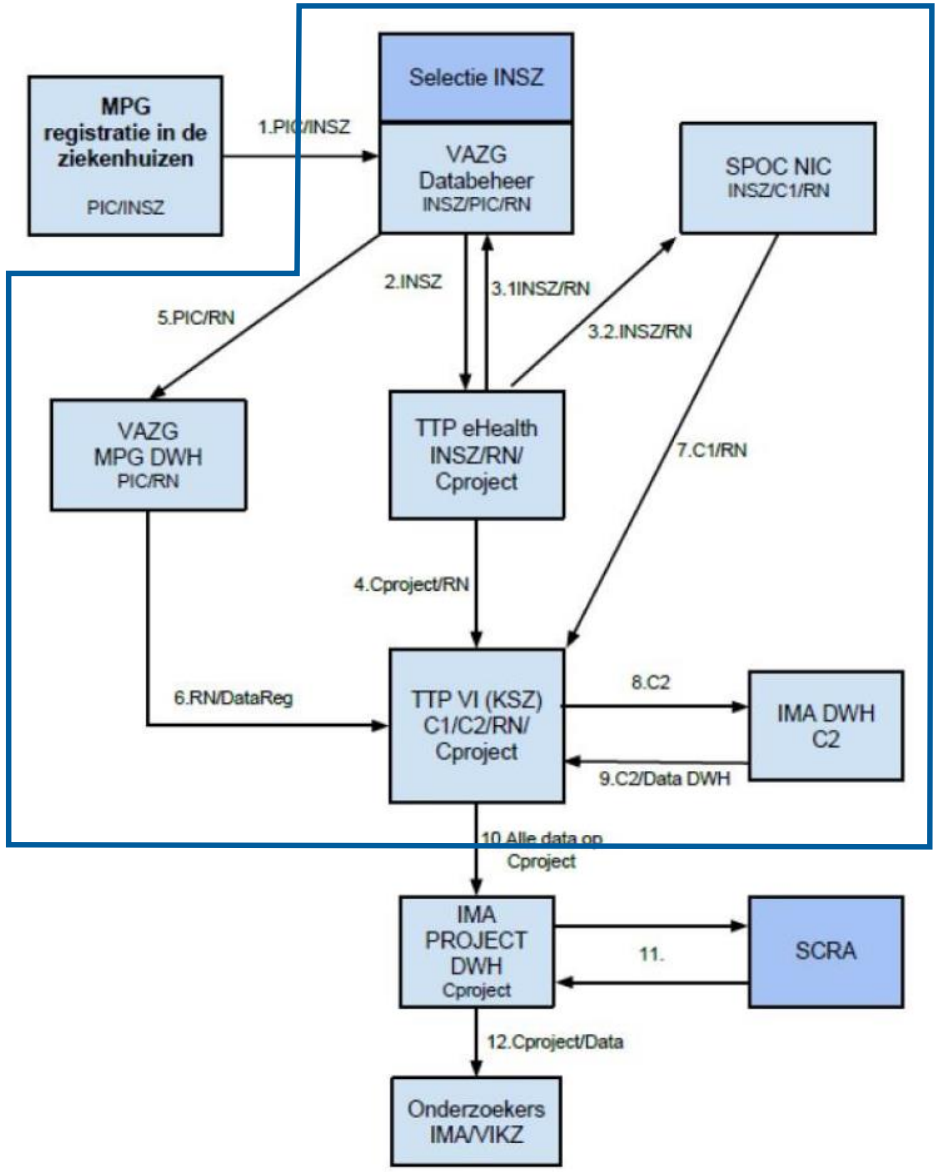
RSVZ

Belgian Cancer Registry

Voor onderzoeksdoeleinden kruisen en pseudonimiseren van persoonsgegevens afkomstig van verschillende bronnen

Oblivious join





KSZ BCSS

Beraadslaging Nr. 17/071 van 19/9/17 (links)

Beraadslaging Nr. 19/062 van 2/4/19 (rechts)

- Complexe flow
- Op maat
- Traag
- Data lekkage

Oblivious join

Context

Kruisen en pseudonimiseren van persoonsgegevens voor wetenschappelijk onderzoek

Scenario

Welke burgers?

- Alle zelfstandigen in bijberoep
- die meer dan € 50 000 per jaar verdienen in hoofdberoep

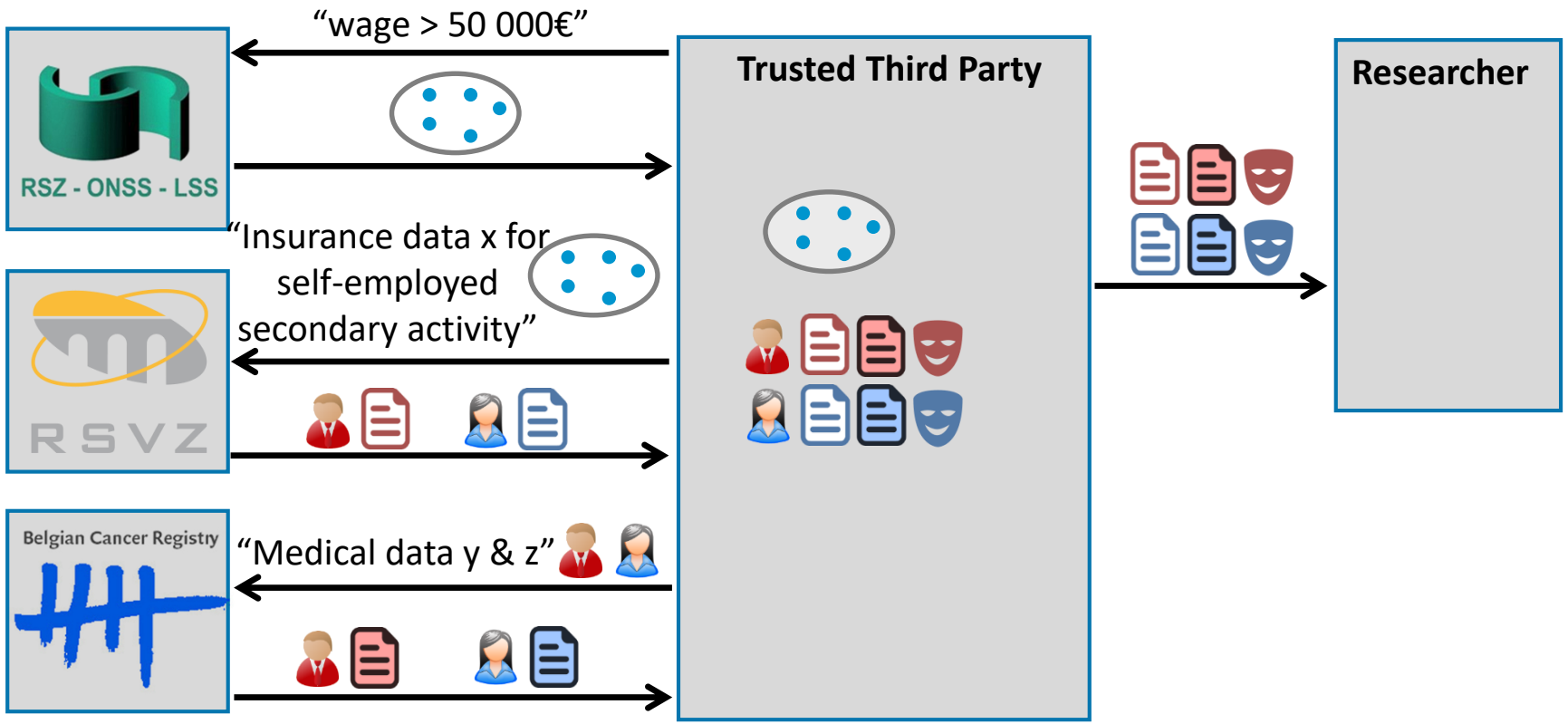
Welke data?

- Specifieke medische gegevens
- gegevens over verzekering als zelfstandige

Issues

- Bronnen en/of TTP komen te veel persoonsgegevens te weten
- Extra intermediairen verhogen complexiteit

Een mogelijke traditionele benadering



Oblivious join

Context
Kruisen en pseudonimiseren van persoonsgegevens voor wetenschappelijk onderzoek

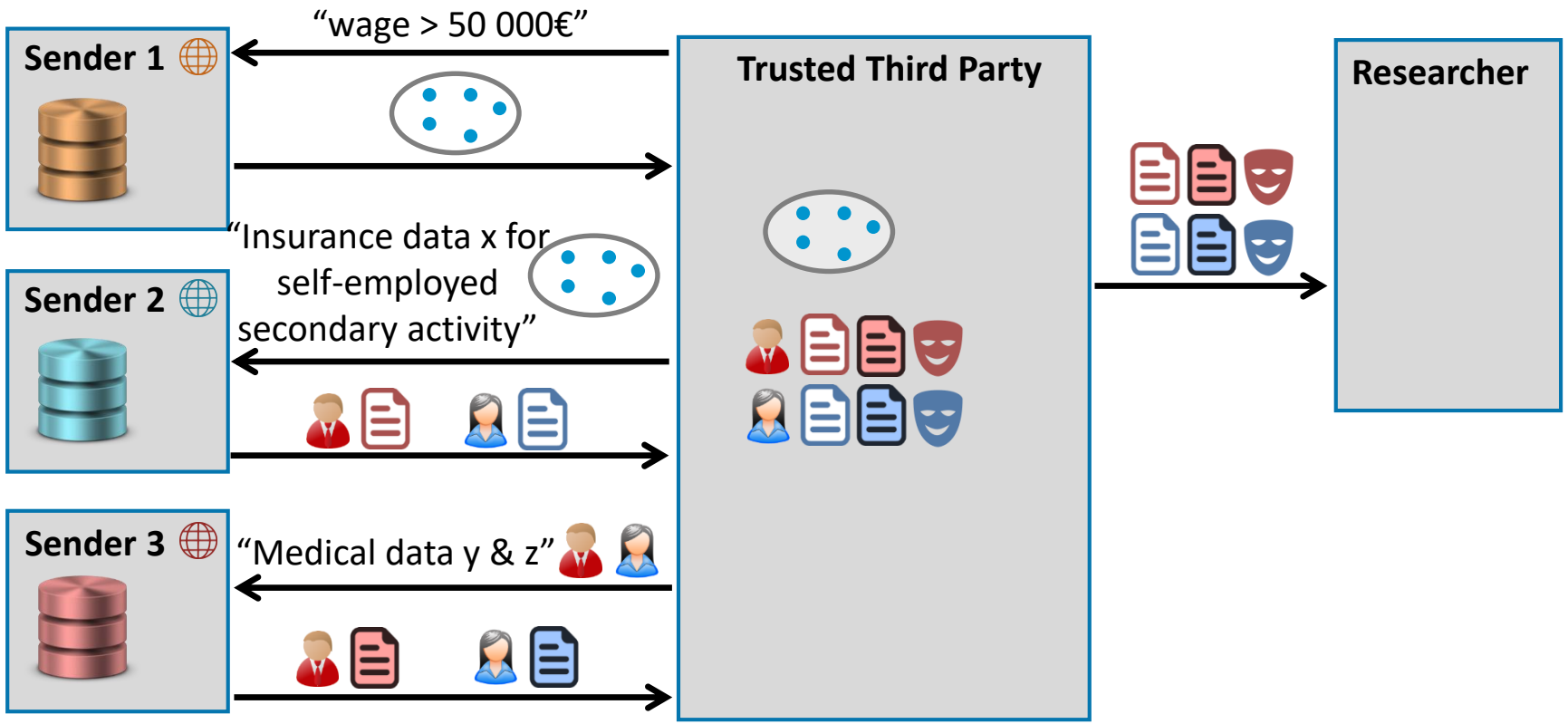
Objectieven
- Gestandaardiseerde aanpak
- Efficiënt
- Geen data-lekken

Filosofieën

Gecentraliseerd
Alle data in centraal warehouse
Data archipel

Gedecentraliseerd
Data blijft in bron
Oblivious join

Een mogelijke traditionele benadering



Oblivious join

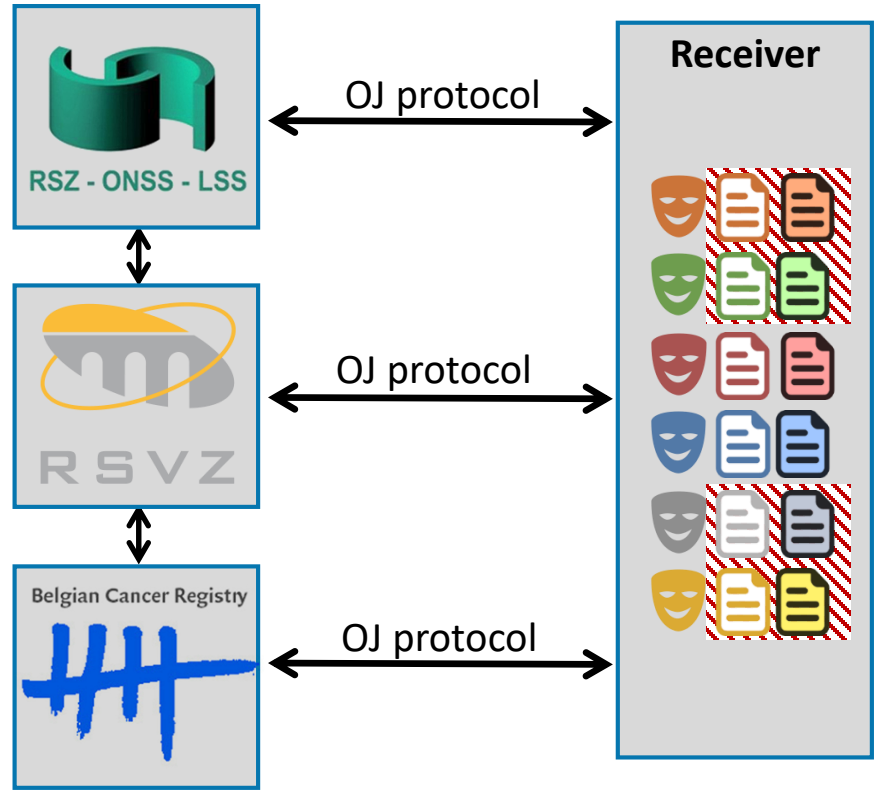
Idee

Elke zender verstuurt alle potentieel relevante data geëncrypteerd & gepseudonimiseerd

ontvanger kan enkel decrypteren indien voor dezelfde burger iets ontvangen van elke bron

Assumpties

- Query (beraadslaging) is publiek
- Gedeelde identifier



Er lekken noch statistische noch persoonsgegevens naar de zenders

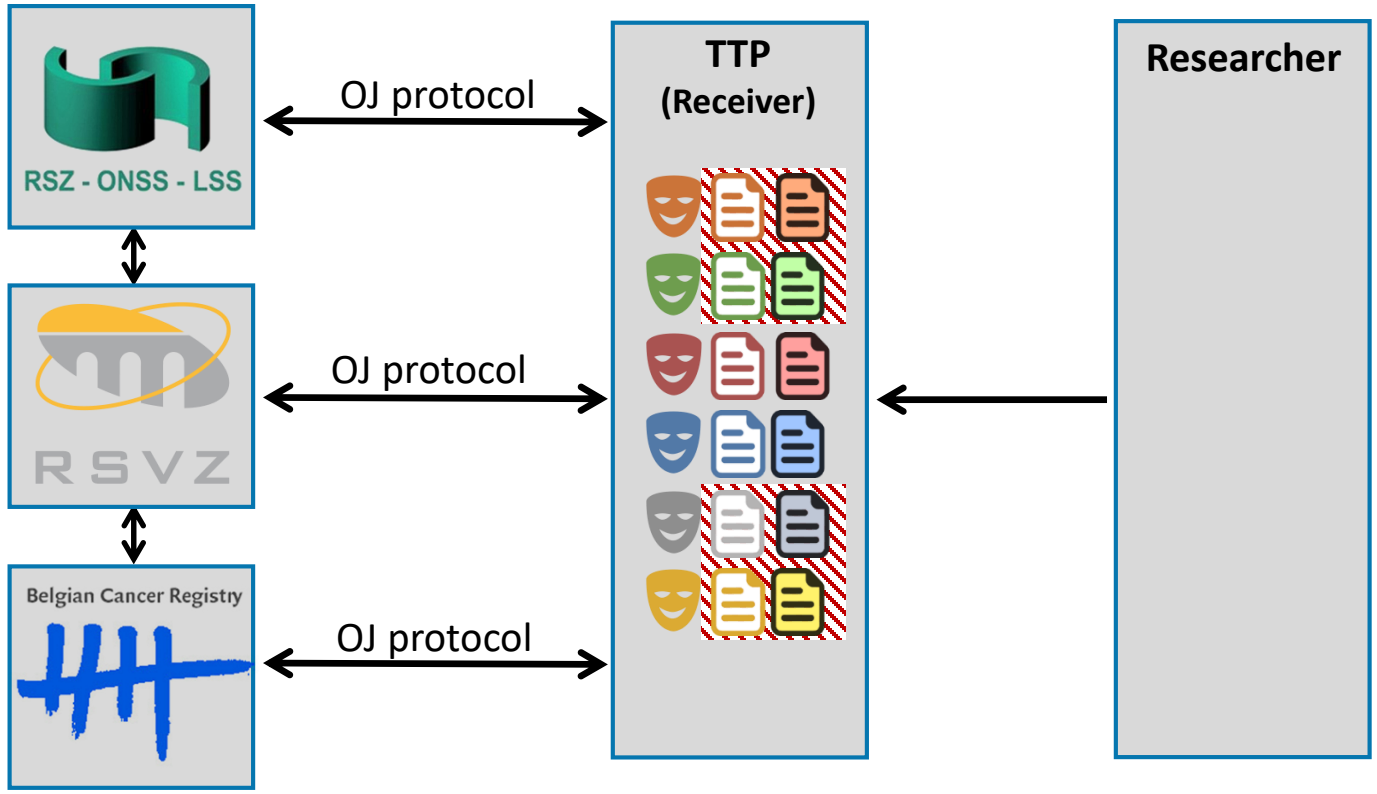
Receiver komt enkel de minimum noodzakelijke gepseudonimiseerde **persoonsgevens** te weten.

Minimale hoeveelheid **statistische data** lekt naar receiver
(in vb.: #burgers met loon > € 50 000 en #zelfstandigen in bijberoep)

Oblivious join

TTP (Trusted third party)

- Komt enkel minimaal noodzakelijke data te weten
- Verwijdert asap irrelevante cijferteksten
- Doet eventueel bijkomende operaties (vb. controles)
- Doet toegangscontrole op onderzoeker
- ‘Trust’ zeer beperkt

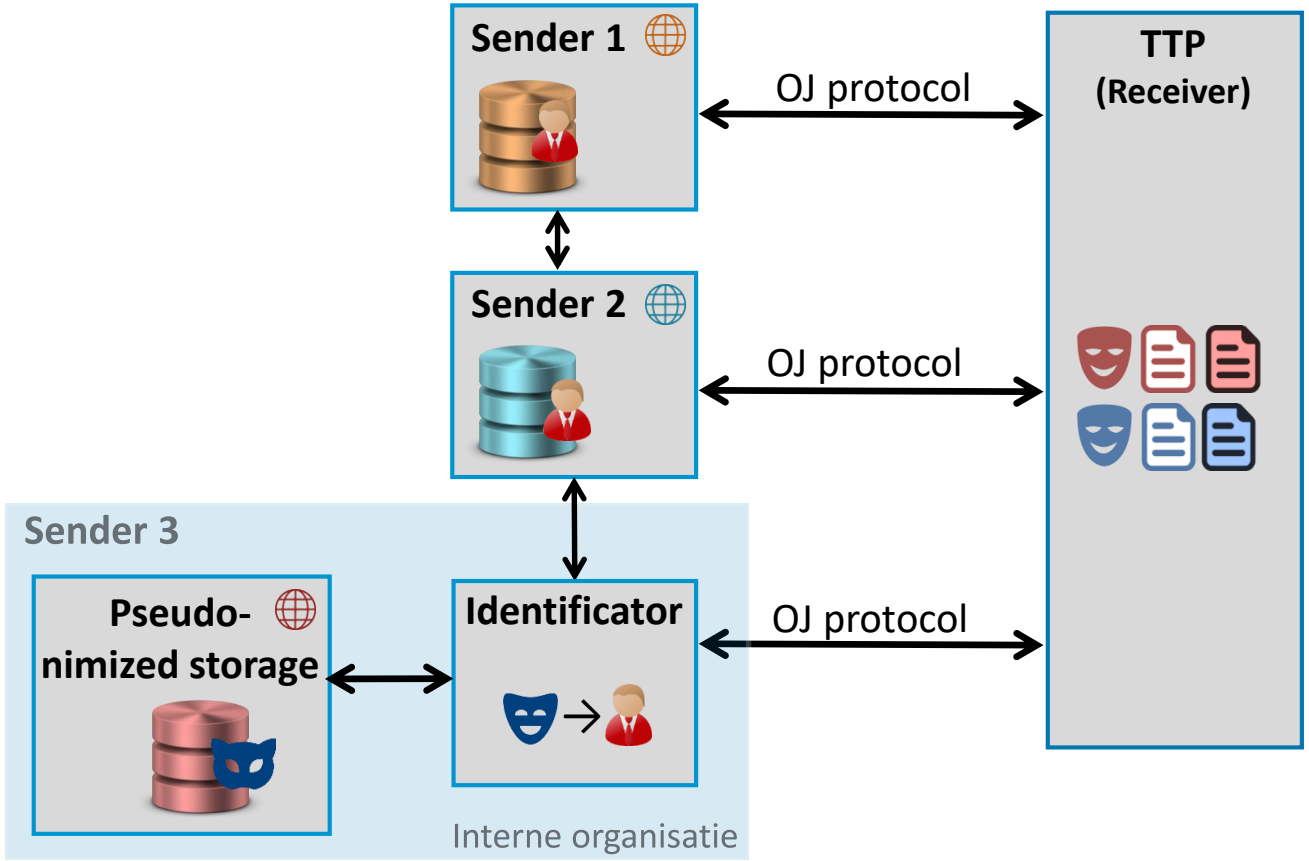


Smals
ICT for society

Oblivious join

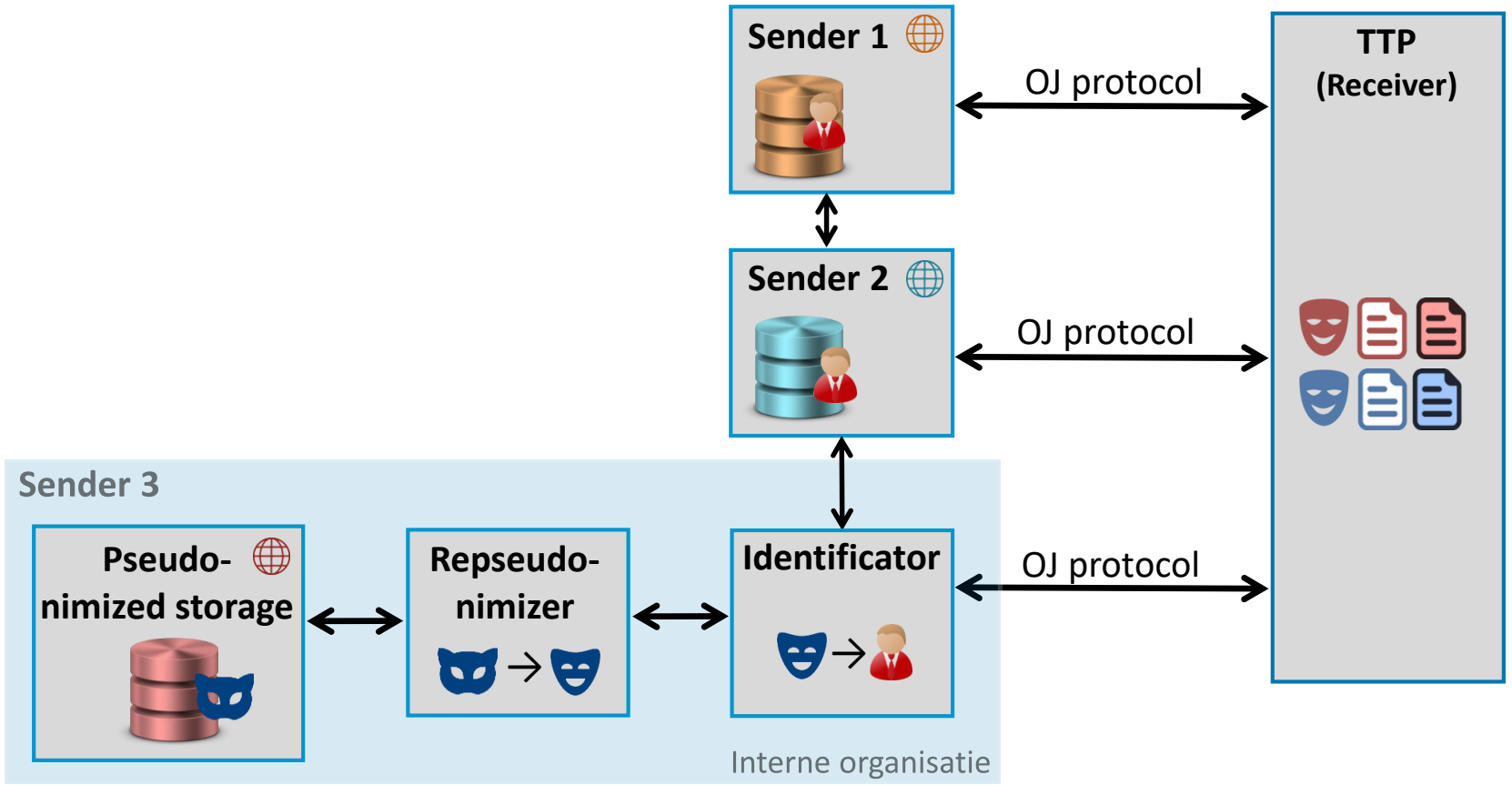
Pseudonimized storage service
kent data maar kan ze niet linken aan een natuurlijk persoon

Identificator
kent bijhorende identifiers, maar niet de data

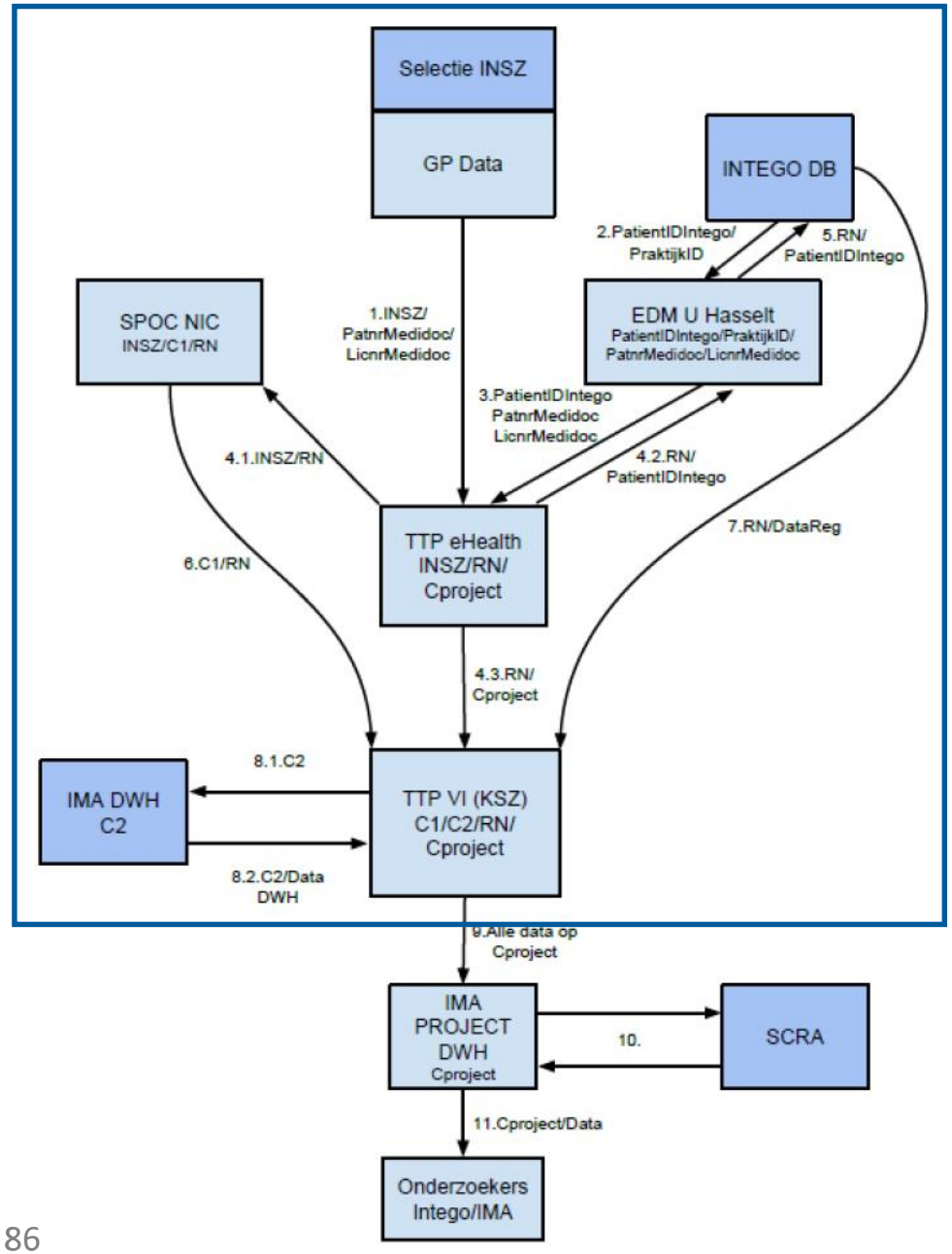


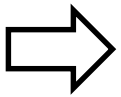
Smals
ICT for society

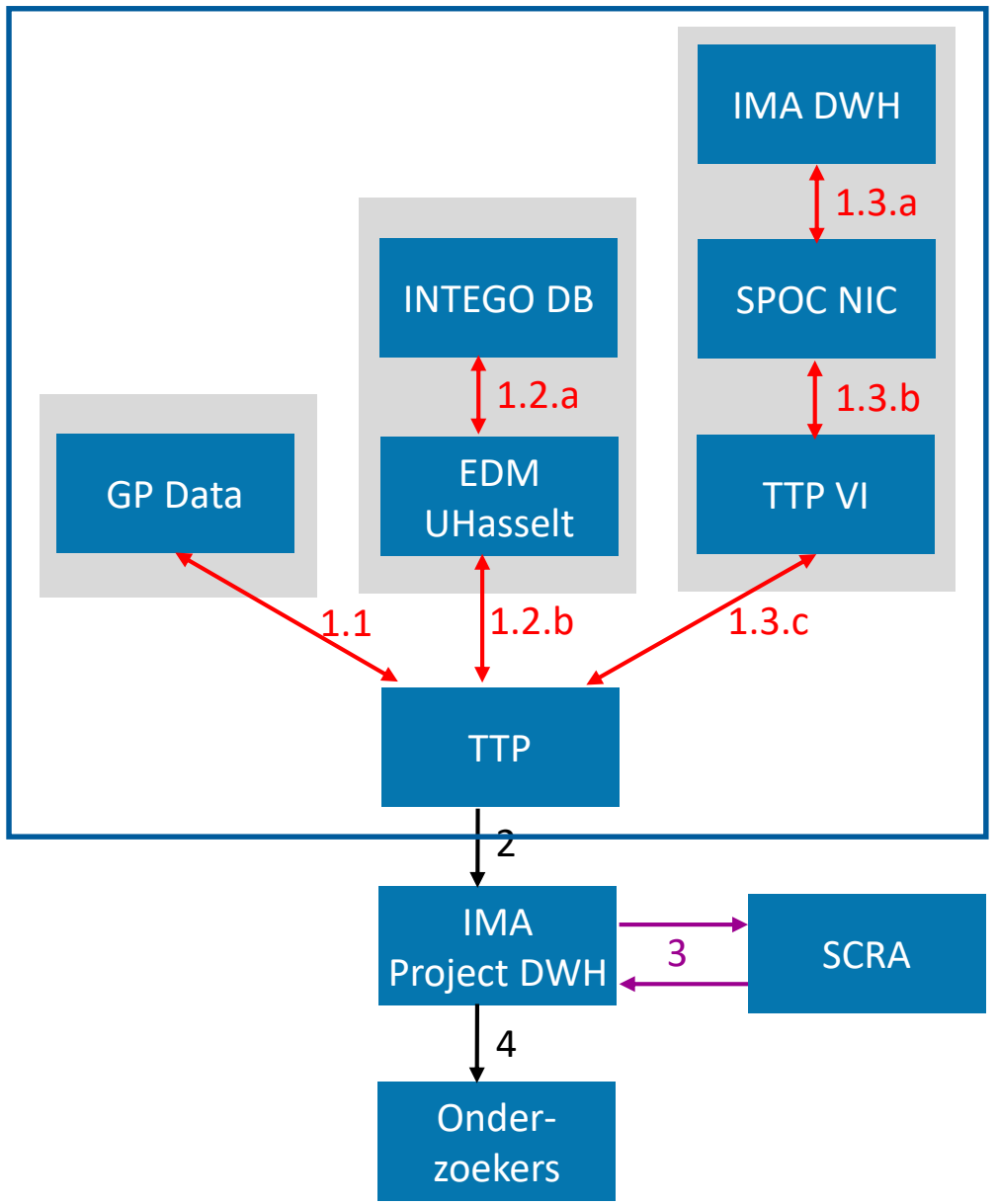
Oblivious join



Oblivious join







Beraadslaging Nr. 17/071 van 19 september 2017

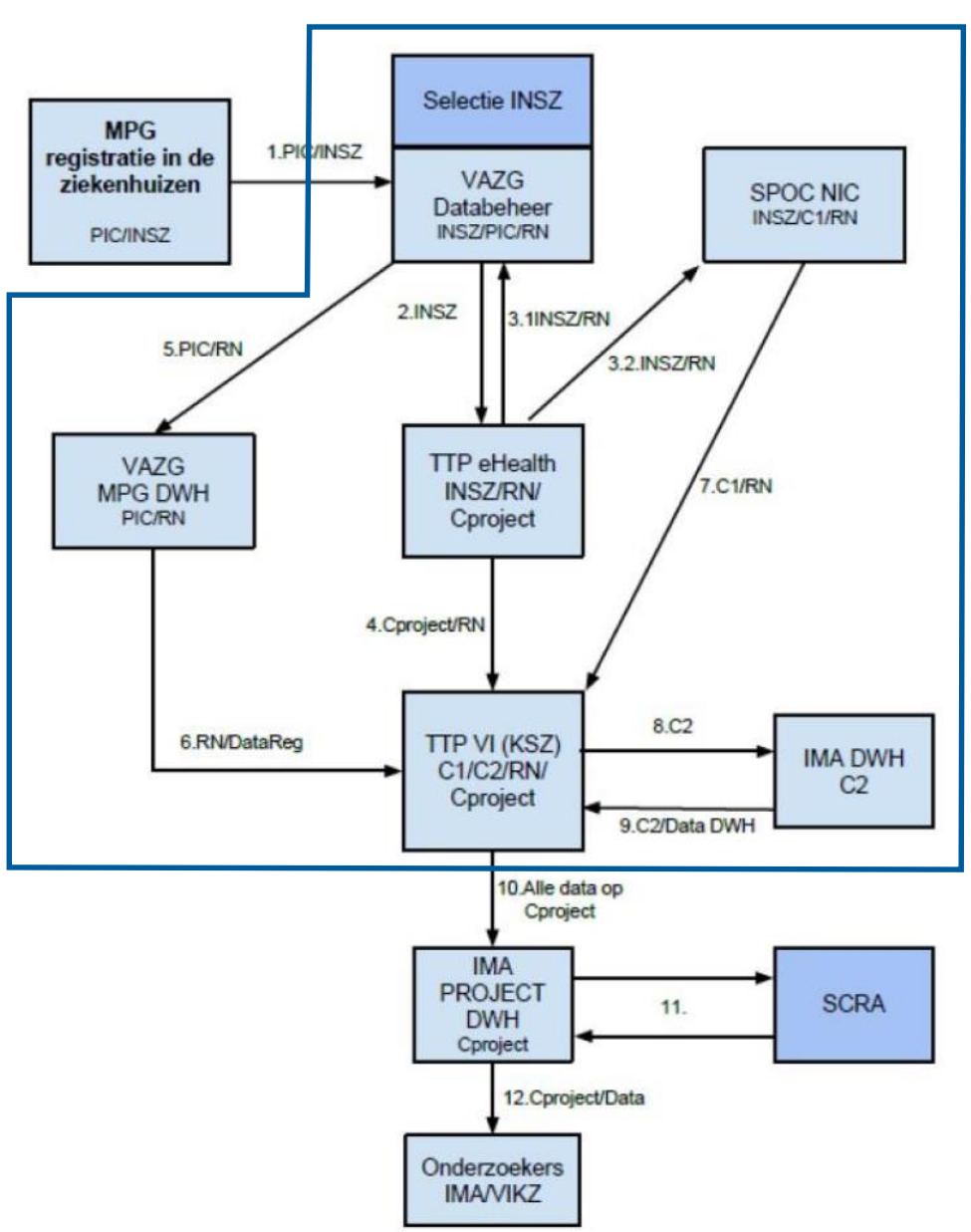
Oblivious join geautomatiseerd

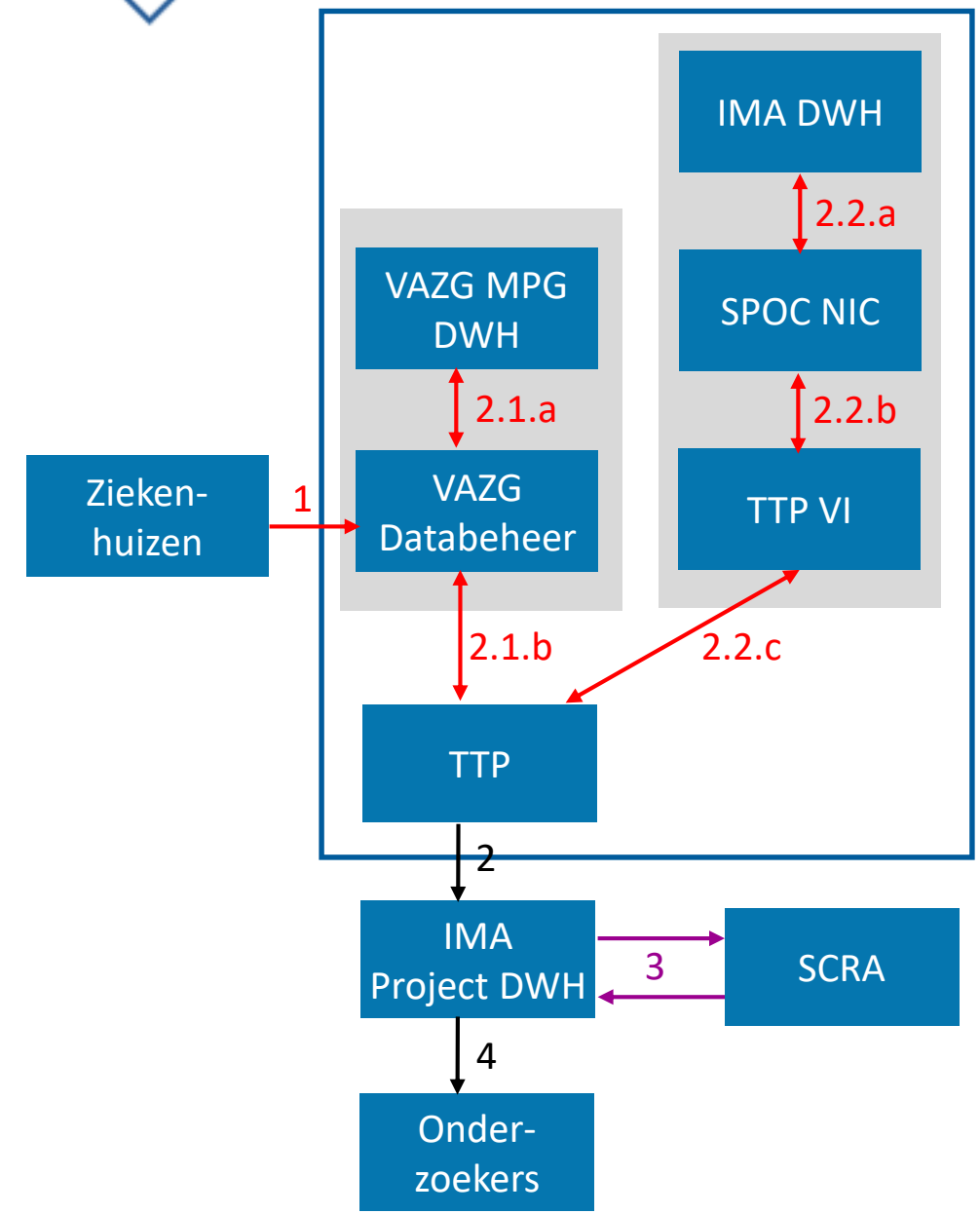
Analyse

Data transfer

Standaard flow in parallel
Geen data lekken

Oblivious join





Beraadslaging Nr. 19/062 van 2 april 2019

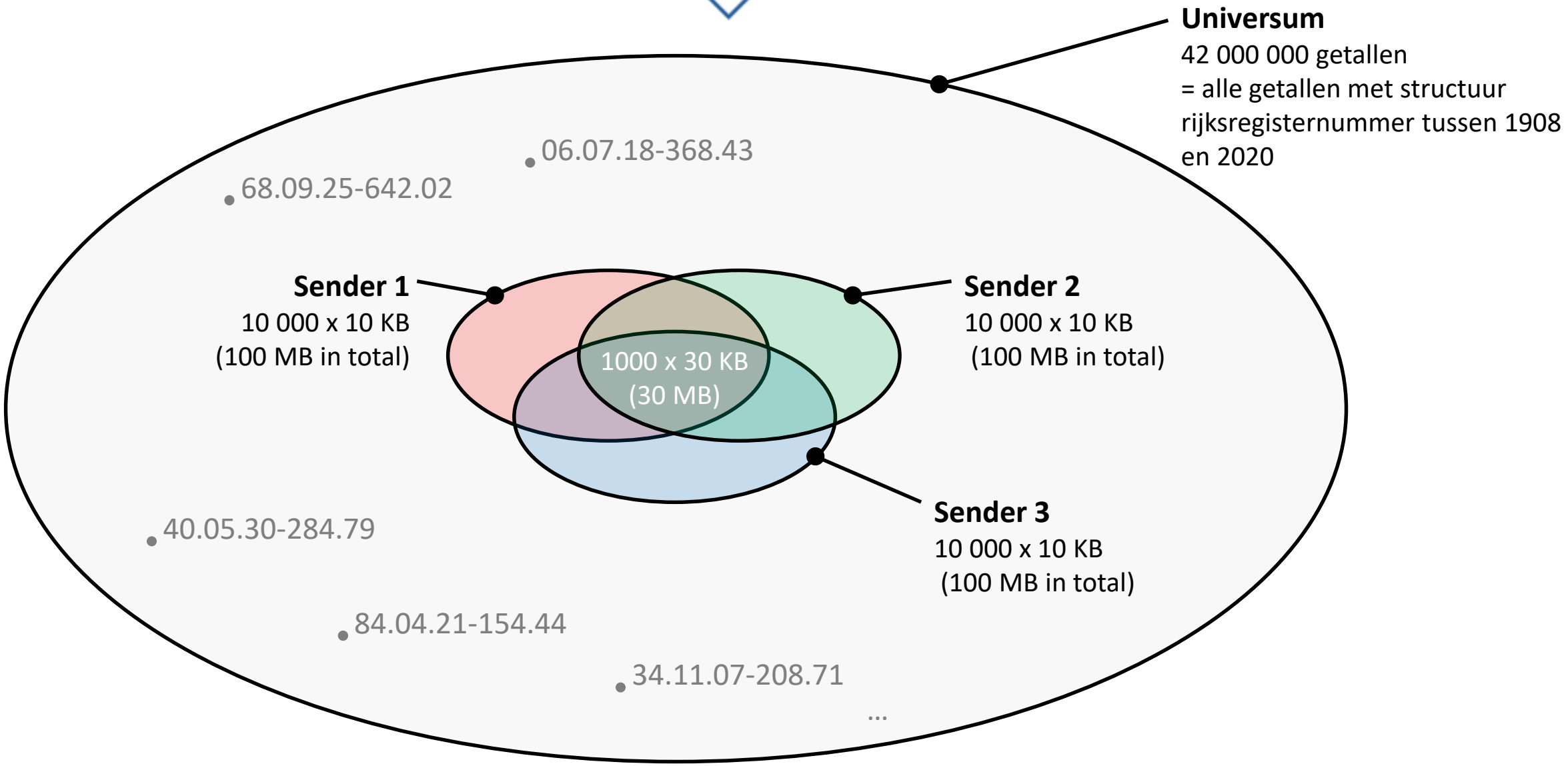
Oblivious join geautomatiseerd

Analyse

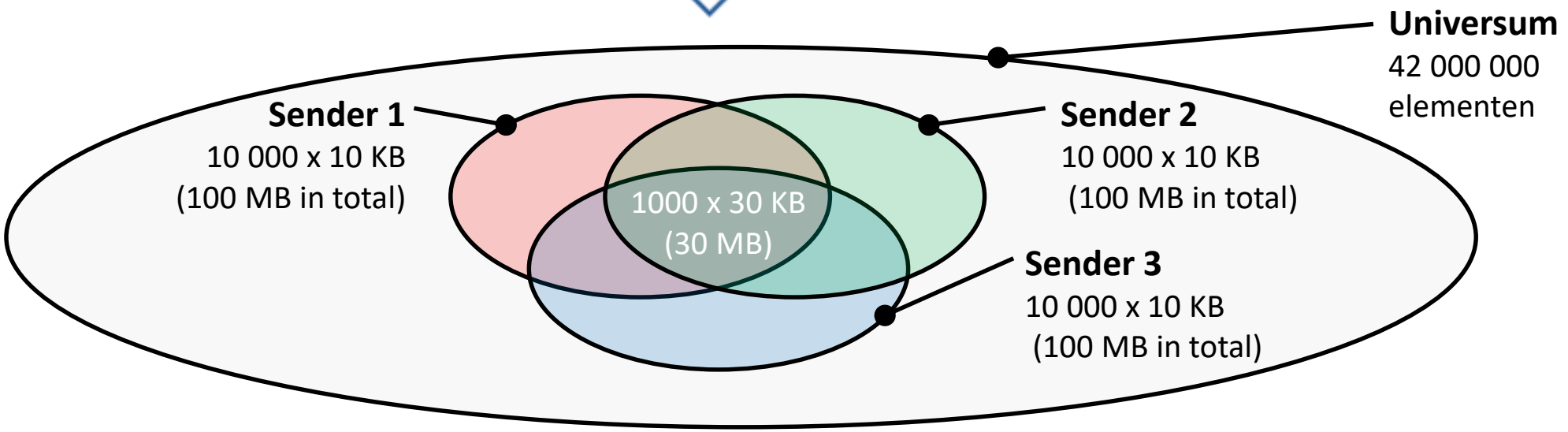
Data transfer

Standaard flow in parallel
Geen data lekken

Oblivious join - Performantie



Oblivious join - Performantie



	Sender			Receiver	
	Offline precalculation	Pseudonym agreement	Offline encryption	Import	Offline decryption
128 bits	40 min	46 min	2,4 sec.	13 sec.	1,3 sec.
256 bits	<3u	2u	2,5 sec.	73 sec.	0,7 sec.

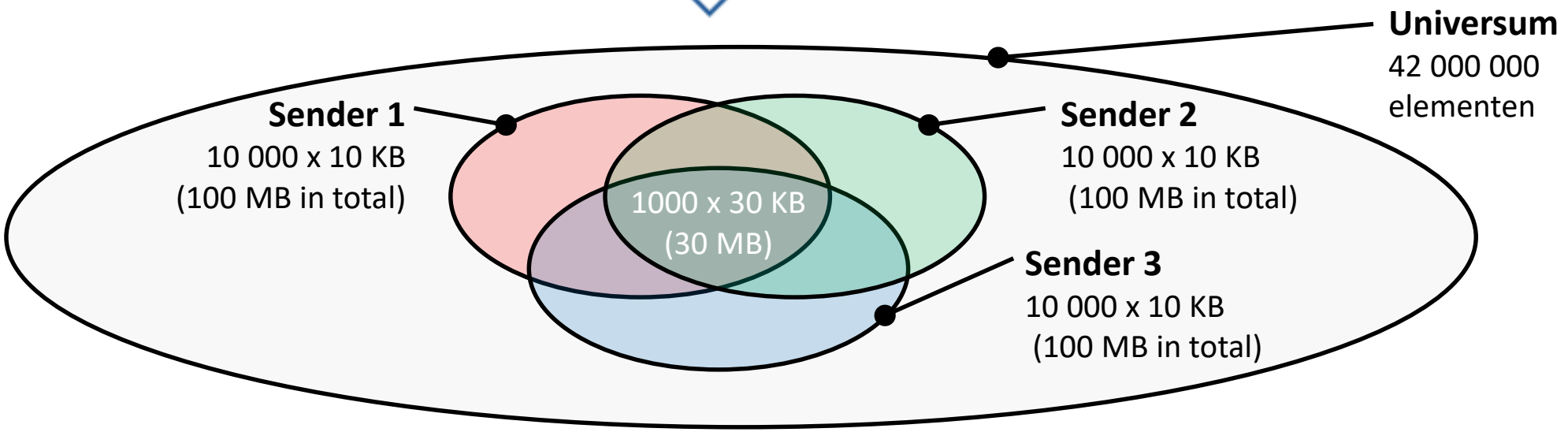
Bescherming statistische data
Lineair met grootte universum & aantal zenders

Bescherming inhoud records
Lineair met grootte en/of aantal betrokken records

Setup
Data in-memory / Ubuntu 18.04, Intel Core i5-8250 CPU @ 1,60Ghz, 6GB
4 cores, 8 threads, one thread used.
Measurements only of crypto calculations, not of storage IO or communication

Smals
ICT for society

Oblivious join - Performantie

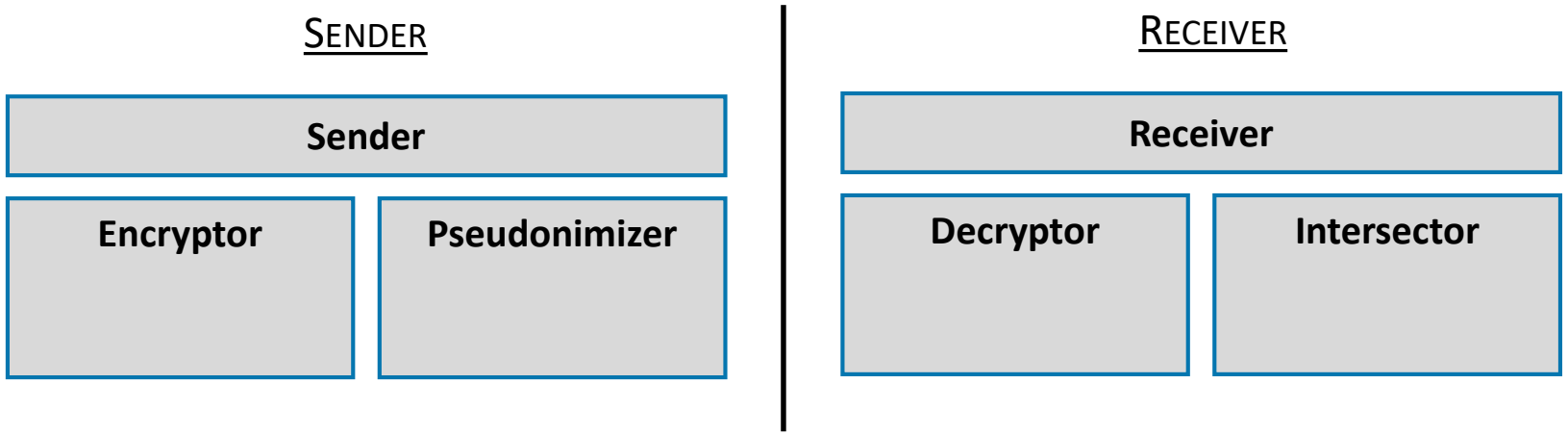


	Sender			Receiver
	Data from senders	Data to senders	Data to receiver	Data from senders
128 bits	1,9 GB	1,9 GB	100 MB	3 * 100 MB = 300 MB
256 bits	3,9 GB	3,9 GB	100 MB	3 * 100 MB = 300 MB

Bescherming statistische data
Lineair met grootte universum & aantal zenders

Bescherming inhoud records
Lineair met grootte en/of aantal betrokken records

Oblivious join - Status



Status code

- Library voor test- en demodoeleinden
- Todo: Opsplitsen zenders
- Todo: Efficiëntieverhoging
- Bij voldoende interesse verder afwerken en naar projectmodus
- Open source?

Beschrijving

- In wording: technische beschrijving
- Later: academische review
- Later: toegankelijke tekst

Overleg

- Juridische diensten
- Veiligheidsdiensten
- KSZ, eHealth, Rijksregister

Oblivious join

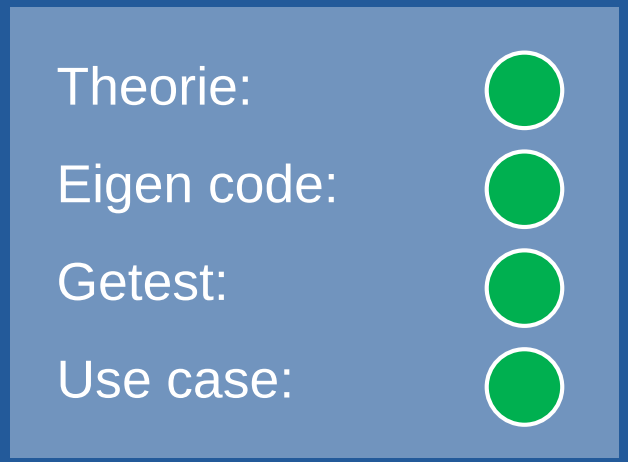
Smals Research werkt aan een generieke oplossing

Oblivious join

Concept door Smals Research

Het kruisen van gegevens op een gestandaardiseerde manier

zonder dat daarbij ongewenst gegevens lekken naar zenders of ontvanger



Geavanceerde cryptografie

Speciale cijfertekst

1. Threshold encryption
2. Format-preserving encryption
3. Proxy reencryption

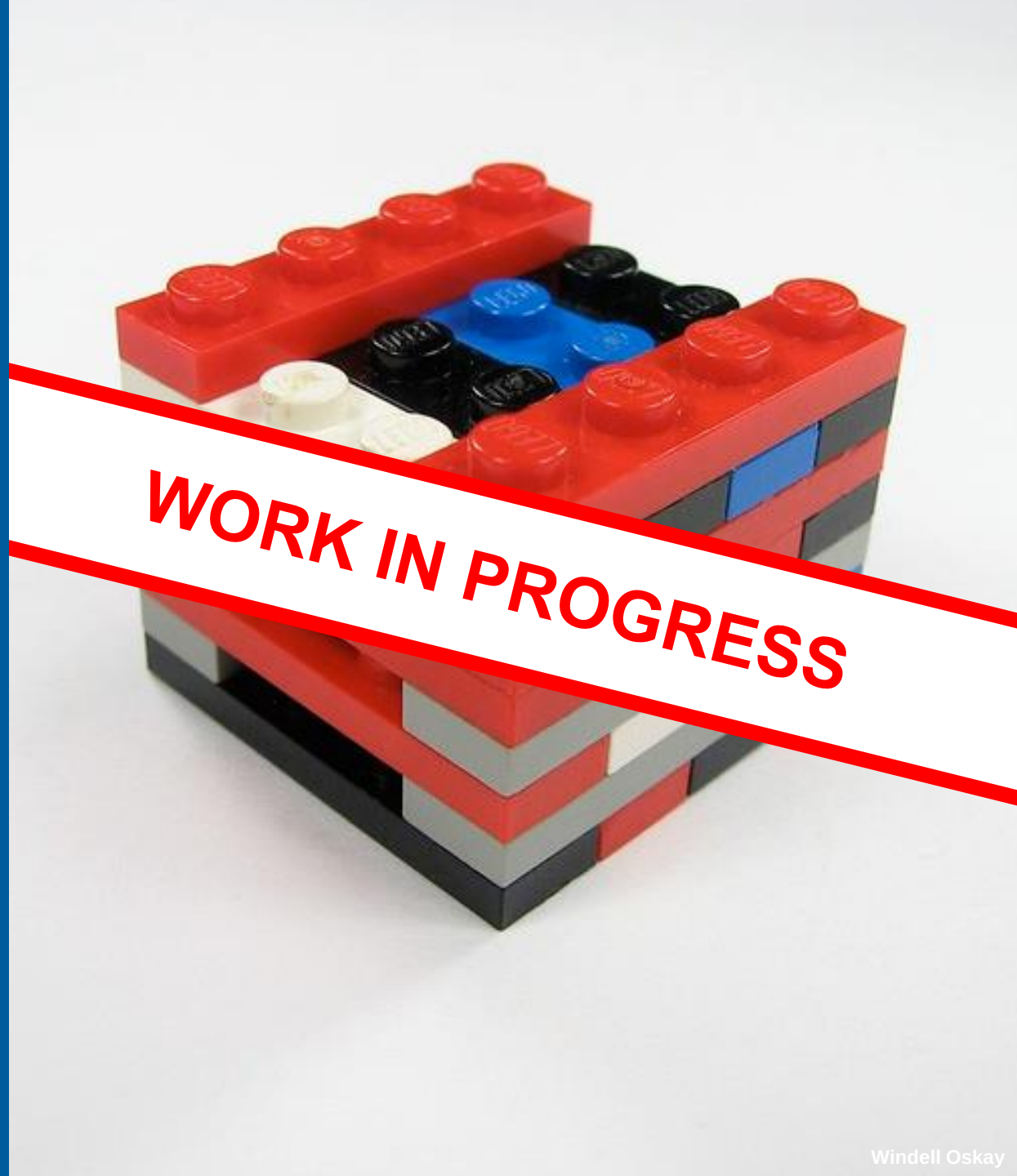
Authenticatie

4. Secure remote password protocol
5. Attribute-based credentials

Privacyvriendelijke opvraging

6. Secure multiparty computation
7. Oblivious transfer
8. Private set intersection
9. Oblivious join

Er is veel meer!



Windell Oskay

Geavanceerde cryptografie

	Maturiteit	Gebruik
Speciale cijfertekst		
1 Threshold encryption	🟠	Sterke confidentialiteit & hoge beschikbaarheid gegevens
2 Format-preserving encryption	🟢	Pseudonimiseren persoonsgegevens met behoud structuur id
3 Proxy reencryption	🟠	Delegeren decryptiemogelijkheid
Authenticatie		
4 Secure remote password protocol	🟢	Maximale veiligheid met behulp van paswoord
5 Attribute-based credentials	🟡	Selectief prijsgeven persoonsgegevens door burger
Privacyvriendelijke opvraging		
6 Secure multiparty computation	🟡	Gedecentralizeerd uitvoeren code met confidentiële invoer
7 Oblivious transfer	🟠	Opvragen gegevens over specifieke burger
8 Private set intersection	🟠	Identificeren burgers met dossier bij mij én bij andere entiteit
9 Oblivious join	🔵	Kruisen & pseudonimiseren persoongegevens

🟢 Gestandaardiseerd.
🟠 Niet gestandaardiseerd. Lijkt wel inzetbaar.
🟡 Potentieel nuttig. Wellicht nog te complex.
🔵 Beloftevol. Wordt verder uitgewerkt.

Privacy by design & security by design

"[Passende technische en organisatorische] maatregelen kunnen onder meer bestaan in het minimaliseren van de verwerking van persoonsgegevens, het zo spoedig mogelijk pseudonimiseren van persoonsgegevens, transparantie met betrekking tot de functies en de verwerking van persoonsgegevens, het in staat stellen van de betrokkene om controle uit te oefenen op de informatieverwerking en uit het in staat stellen van de verwerkingsverantwoordelijke om beveiligingskenmerken te creëren en te verbeteren. "

GDPR, hoofdstuk 1 §78

Juridische stimulans om verder te gaan dan gebruik van 'crypto werkpaarden'

⇕

Oplossingen moeten wel in overeenstemming zijn met regulering

Blogposts @ www.smalsresearch.be

Bescherming van persoonsgegevens met geavanceerde cryptografie

Posted on **17/09/2019** by **Kristof Verslype**

De bescherming van persoonsgegevens is cruciaal voor overheidsinstellingen. Toch blijkt het vaak moeilijk om een evenwicht te vinden tussen veiligheid, kost, functionele vereisten en gebruiksgemak. Daar waar traditionele benaderingen geen bevredigende oplossingen bieden, kunnen geavanceerde cryptografische tools mogelijks een uitweg … Continue reading →

Posted in **Security** | Tagged **cryptografie**, **Privacy**, **Privacy by design**, **Security** | **Leave a reply**

Linking Together Personal Data in the Era of Big Data & GDPR

Posted on **18/04/2018** by **Kristof Verslype**

In May 2018, the much-discussed GDPR will be enacted. Besides identified data and anonymous data, the European regulation introduces a new category of data, called pseudonymous data. This articles presents an approach, based on cryptographic pseudonyms, that can help governments to … Continue reading →

Posted in **Big Data**, **E-gov**, **Security** | Tagged **Analytics**, **Big Data**, **cryptography**, **gdpr**, **Privacy**, **Privacy by design**, **pseudonym**, **Security** | **Leave a reply**

Cryptografische pseudoniemen snellen de GDPR te hulp

Posted on **21/05/2019** by **Kristof Verslype**

Er worden steeds meer persoonsgegevens verwerkt, die dan ook op een afdoende manier beschermd moeten worden. Vaak volstaan de genomen veiligheidsmaatregelen niet en lezen we in de pers over opnieuw een data breach of over het niet respecteren van de … Continue reading →

Posted in **Security** | Tagged **cryptography**, **gdpr**, **Privacy**, **Privacy by design**, **pseudonym**, **pseudonymisation**, **Security** | **Leave a reply**

"Vergeetachtige verzending" voor vertrouwelijk onderzoek naar personen

Posted on **18/06/2019** by **Kristof Verslype**

Geregeld is onderzoek nodig naar verdachte personen. Dit neemt niet weg dat de privacy van deze en andere personen gerespecteerd moet worden. Ook de confidentialiteit van het onderzoek moet gegarandeerd blijven. Dit artikel reikt een waardevolle technologie aan om aan … Continue reading →

Posted in **Security** | Tagged **cryptography**, **oblivious transfer**, **Privacy**, **Privacy by design**, **Security** | **Leave a reply**

Awareness / bewustzijn

Bekkahsphotography @ Flickr

Niet bedoeling dat u alle details onthoudt

Intuïtie voor wat eventueel met crypto opgelost kan worden

Functionele vereisten

Security & privacy vereisten

Misschien minder noodzaak
aan vertrouwde partij dan gedacht

Ziet u een potentiële toepassing?

Kristof Verslype

Cryptographer, PhD

Smals Research

Smals
ICT for society

kristof.verslype@smals.be

www.smals.be
www.smalsresearch.be
www.cryptov.net (personal)

Bibliografie

Books

- Simon Singh. *The Code Book: The Science of Secrecy from Ancient Egypt to Quantum Cryptography*. 2011
- Jonathan Katz, Yehuda Lindell. *Introduction to Modern Cryptography*. 2014.
- Kai Rannenberg, Jan Camenisch. *Attribute-based Credentials for Trust: Identity in the Information Society*. 2016.

Websites

- BlueKrypt. Cryptographic Key Length Recommendation. www.keylength.com
- Vitalink – Gegevens delen, van Vitaal belang. www.vitalink.be
- The Stanford SRP Homepage. http://srp.stanford.edu/

Documents

- Julien Cathalo (Smals Research). *Threshold Encryption*. https://www.smalsresearch.be/publications/document/?docid=65
- NIST. *SP 800-38G: Recommendation for Block Cipher Modes of Operation: Methods for Format-Preserving Encryption*. 2016. https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-38g/final
- ECRYPT-CSA. *D5.4 Algorithms, Key Size and Protocols Report*. 2018.

Academic papers

- Mihir Bellare, Tomas Ristenpart, Phillip Rogaway, Till Stegers. *Format-Preserving Encryption*. 2009. https://eprint.iacr.org/2009/251.pdf
- Benny Pinkas, Thomas Schneider, Michael Zohner. *Scalable Private Set Intersection Based on OT Extension*. 2018. https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3154794
- David W. Archer, Dan Bogdanov, Liina Kamm , Yehuda Lindell, Kurt Nielsen, Jakob Illeborg Pagter, Nigel P. Smart, Rebecca N. Wright. *From Keys to Databases – Real-World Applications of Secure Multi-Party Computation*. 2018. https://eprint.iacr.org/2018/450.pdf
- M Byali, A Patra, D Ravi, P Sarkar. *Fast and Universally-Composable Oblivious Transfer and Commitment Scheme with Adaptive Security*. IACR Cryptology ePrint Archive, 2017
- C. Peikert, V. Vaikuntanathan, B. Waters. *A Framework for Efficient and Composable Oblivious Transfer.* CRYPTO 2008: Advances in Cryptology – CRYPTO 2008 pp 554-571
- Benoît Libert, Damien Vergnaud. *Unidirectional Chosen-Ciphertext Secure Proxy Re-Encryption*. 2008

Smals ICT for society