AWARE7

ABSCHLUSSBERICHT ZUM TEILVORHABEN

UbiTrans

Transparenz und Sensibilisierung in ubiquitären Rechnerwelten

ERSTELLT FÜR

VDI/VDE Innovation + Technik

ERSTELLT VON

AWARE7 GmbH, Munscheidstr. 14, 45866 Gelsenkirchen

DATUM

30.06.2026

Abschlussbericht zum Teilvorhaben

Projekt	UbiTrans – Transparenz und Sensibilisierung in ubiquitären Rechnerwelten
Förderprogramm	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der privaten IT-Sicherheit
Laufzeit	01.07.2022 – 31.12.2025
Zuwendungsempfänger	AWARE7 GmbH
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik
Autoren	Jan Hörnemann, Benjamin Krüger, Murat Altindis, Marlon Bucksteg
Förderkennzeichen	16KIS1628K
Teilvorhaben	Konzeption, Durchführung und Evaluation von Wissensvermittlungsformaten

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Inhaltsverzeichnis

Abschlussbericht zum Teilvorhaben 2

Kurzbericht **4**

Eingehende Darstellung **7**

1. Ausgangslage, Ziele und ursprüngliche Vorhabenbeschreibung 8
2. Voraussetzungen und Zusammenarbeit im Verbund 9
3. Planung und Ablauf des Vorhabens 10
4. Durchführung des Vorhabens 11
5. Entwicklung und Validierung der Projektergebnisse 14
5.2 Untersuchung moderner Trackingmechanismen – Google Topics API 15
5.3 PERSONÆR – Transparente Visualisierung algorithmischer Nutzerprofile 16
5.4 Entwicklung des Serious Games „Trickery" 17
5.5 Entwicklung der Schulungsplattform 18
6. Demonstrator und Evaluation 18
7. Wissenschaftliche Ergebnisse 20
8. Verwertung der Ergebnisse 22
9. Fortschritt bei anderen Stellen während der Projektlaufzeit 23
10. Veröffentlichungen, Wissenstransfer und Schutzrechte 24
11. Herausforderungen und Lessons Learned 25
12. Fazit und Anschlussfähigkeit 26
13. Danksagung 27

Erfolgskontrollbericht **28**

1. Bewertung der Zielerreichung 29
2. Nebenergebnisse und zusätzliche Erkenntnisse 30
3. Wesentliche Erfahrungen 30
4. Arbeiten ohne vollständige Lösung 31
5. Einhaltung der Zeit- und Kostenplanung 31
6. Vertrauliche Verwertungsperspektiven 32
7. Nichtöffentliche technische Erkenntnisse 32
8. Bewertung des wissenschaftlich-technischen Risikos 32
9. Gesamtbewertung 33

01

Kurzbericht

1. Aufgabenstellung und Stand von Wissenschaft und Technik

Das Verbundprojekt UbiTrans – Transparenz und Sensibilisierung in ubiquitären Rechnerwelten verfolgte das Ziel, Nutzerinnen und Nutzer bei der selbstbestimmten und informierten Nutzung digitaler Dienste zu unterstützen. Ausgangspunkt war die Beobachtung, dass moderne Webanwendungen und Online-Plattformen in zunehmendem Maße personenbezogene Daten verarbeiten und komplexe Mechanismen zur Personalisierung, Profilbildung und Nutzerbeeinflussung einsetzen. Diese Prozesse sind für Endnutzerinnen und Endnutzer häufig weder transparent noch nachvollziehbar.
Zum Zeitpunkt der Antragstellung konzentrierte sich die Forschung überwiegend auf technische Datenschutzmechanismen oder die Erkennung einzelner Trackingverfahren. Weniger untersucht war die Frage, wie Transparenz über datenverarbeitende Prozesse geschaffen und gleichzeitig die digitale Souveränität unterschiedlicher Nutzergruppen nachhaltig gestärkt werden kann. Ebenso fehlten leicht verständliche Werkzeuge, die technische Zusammenhänge unmittelbar im Nutzungskontext vermitteln und Handlungsmöglichkeiten aufzeigen.
Vor diesem Hintergrund verfolgte UbiTrans einen interdisziplinären Forschungsansatz, der technische Sicherheitsforschung, Mensch-Computer-Interaktion sowie sozialwissenschaftliche Erkenntnisse miteinander verband. Ziel war die Entwicklung neuartiger Verfahren, die Transparenz über eingebundene Webinhalte, Trackingmechanismen und personalisierte Informationsdarstellung schaffen sowie Nutzerinnen und Nutzer durch geeignete Unterstützungs- und Sensibilisierungsmaßnahmen zu informierten Entscheidungen befähigen.
Die AWARE7 GmbH verantwortete insbesondere die Entwicklung technischer Komponenten zur Analyse von Webseiten, die Konzeption und Umsetzung einer Browser-Erweiterung, die Untersuchung aktueller Tracking- und Profilbildungsmechanismen sowie die Entwicklung von Werkzeugen zur verständlichen Darstellung komplexer Datenflüsse.

2. Ablauf des Vorhabens

Die Arbeiten wurden entsprechend der Projektplanung in mehreren aufeinander aufbauenden Arbeitspaketen durchgeführt.
Zu Beginn wurden Anforderungen verschiedener Nutzergruppen erhoben und bestehende Verfahren zur Transparenz von Webanwendungen analysiert. Parallel erfolgten Untersuchungen aktueller Tracking- und Profilbildungsmechanismen sowie neuer Webtechnologien mit Relevanz für Datenschutz und digitale Transparenz.
Darauf aufbauend entwickelte das Projekt technische Verfahren zur Analyse von Webseiten und eingebundenen Diensten. Ein Schwerpunkt lag auf der Entwicklung einer Browser-Erweiterung, welche Nutzerinnen und Nutzern zusätzliche Informationen über eingebundene Inhalte, Trackingmechanismen und Datenschutzaspekte bereitstellt. Ergänzend wurden neue Ansätze zur Visualisierung personalisierter Profile sowie zur Sensibilisierung für manipulative Gestaltungsmuster ("Dark Patterns") entwickelt.
Die entwickelten Konzepte wurden innerhalb eines Demonstrators zusammengeführt und in mehreren Studien hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit und ihres Beitrags zur Förderung digitaler Souveränität evaluiert. Die Ergebnisse wurden kontinuierlich über wissenschaftliche Veröffentlichungen, Workshops und Fachveranstaltungen verbreitet.

3. Wesentliche Ergebnisse

Im Rahmen des Vorhabens konnten mehrere wissenschaftlich und praktisch relevante Ergebnisse erzielt werden.
Ein zentrales Projektergebnis war die Entwicklung einer Browser-Erweiterung, welche Transparenz über eingebundene Drittinhalte, Trackingmechanismen und datenschutzrelevante Eigenschaften von Webseiten schafft und Nutzerinnen und Nutzern kontextbezogene Informationen bereitstellt.
Darüber hinaus wurden neue Verfahren zur Analyse aktueller Trackingmechanismen untersucht. Hervorzuheben

sind die Untersuchungen der Google Topics API als neuem Verfahren interessenbasierter Werbung sowie die Entwicklung des Ansatzes PERSONÆR, der personalisierte Nutzerprofile verständlich visualisiert und dadurch deren Nachvollziehbarkeit verbessert.
Zur Sensibilisierung gegenüber manipulativen Gestaltungsmustern wurde das Serious Game Trickery entwickelt. Ergänzend entstand eine modulare Schulungsplattform, die unterschiedliche Lernformate kombiniert und sowohl online als auch in Präsenz eingesetzt werden kann.
Die Ergebnisse wurden in einem Demonstrator integriert und in Nutzerstudien evaluiert. Die Untersuchungen bestätigten, dass verständlich aufbereitete Transparenzinformationen und interaktive Lernangebote die Wahrnehmung digitaler Risiken verbessern und Nutzerinnen und Nutzer bei selbstbestimmten Entscheidungen unterstützen können.

4. Zusammenarbeit und Nutzen der Ergebnisse

Das Projekt wurde von einem interdisziplinären Verbund aus Forschungseinrichtungen und Industriepartnern durchgeführt. Die AWARE7 GmbH koordinierte das Verbundvorhaben und verantwortete wesentliche technische Entwicklungen. Die Ruhr-Universität Bochum brachte ihre Expertise im Bereich IT-Sicherheit und Datenschutz ein. Die Westfälische Hochschule unterstützte insbesondere die Entwicklung technischer Sicherheitskonzepte, während die Technische Universität Dortmund sozialwissenschaftliche Untersuchungen zu Nutzerverhalten, Akzeptanz und digitaler Souveränität durchführte.
Die Projektergebnisse besitzen sowohl wissenschaftliche als auch wirtschaftliche Verwertungspotenziale. Die entwickelten Analyseverfahren und Softwarekomponenten können in zukünftigen Sicherheitsberatungen, Datenschutzanalysen und Awareness-Maßnahmen eingesetzt werden. Gleichzeitig liefern die Forschungsergebnisse wichtige Beiträge zur Weiterentwicklung transparenter Webtechnologien sowie zur Gestaltung nutzerzentrierter Datenschutz- und Sicherheitslösungen.
Durch die Kombination technischer Analyseverfahren mit verständlicher Informationsvermittlung leistet das Projekt einen Beitrag zur Förderung digitaler Souveränität und schafft Grundlagen für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich transparenter und vertrauenswürdiger digitaler Dienste.

02

Eingehende Darstellung

1. Ausgangslage, Ziele und ursprüngliche Vorhabenbeschreibung

1.1 Ausgangslage

Die zunehmende Digitalisierung nahezu aller Lebensbereiche führt dazu, dass Webbrowser heute die zentrale Schnittstelle zwischen Nutzerinnen und Nutzern sowie einer Vielzahl digitaler Dienste darstellen. Über Webanwendungen werden Kommunikation, Informationsbeschaffung, E-Commerce, Online-Banking, Gesundheitsanwendungen und zahlreiche weitere gesellschaftlich relevante Prozesse abgewickelt. Gleichzeitig verarbeiten diese Anwendungen umfangreiche personenbezogene Daten und binden eine Vielzahl externer Dienste ein, deren Funktion und Datenverarbeitung für Endnutzerinnen und Endnutzer häufig nicht nachvollziehbar sind.
Während Datenschutz- und Sicherheitsmechanismen in den vergangenen Jahren kontinuierlich weiterentwickelt wurden, blieb die tatsächliche Transparenz der Datenverarbeitung vielfach begrenzt. Nutzerinnen und Nutzer erhalten zwar Datenschutzerklärungen oder Cookie-Banner, diese ermöglichen jedoch häufig keine fundierte Einschätzung darüber, welche Informationen verarbeitet werden, welche Drittanbieter eingebunden sind oder welche Konsequenzen sich daraus ergeben.
Parallel dazu entwickelte sich die technische Landschaft dynamisch weiter. Neue Verfahren zur interessenbasierten Werbung, automatisierten Profilbildung sowie personalisierten Inhaltsdarstellung entstanden kontinuierlich und erhöhten die Komplexität moderner Webanwendungen zusätzlich. Gleichzeitig gewannen manipulative Gestaltungsmuster („Dark Patterns“) an Bedeutung, welche Nutzerinnen und Nutzer gezielt zu bestimmten Entscheidungen bewegen können.
Vor diesem Hintergrund bestand ein erheblicher Forschungsbedarf hinsichtlich transparenter, verständlicher und technisch fundierter Verfahren, welche Nutzerinnen und Nutzer unmittelbar während der Webnutzung unterstützen und ihre digitale Souveränität stärken.

1.2 Stand von Wissenschaft und Technik

Zum Zeitpunkt der Antragstellung konzentrierte sich die wissenschaftliche Forschung überwiegend auf technische Datenschutzmechanismen sowie auf die Erkennung einzelner Trackingverfahren. Browserhersteller entwickelten zunehmend eigene Datenschutzfunktionen, gleichzeitig entstanden neue Werbe- und Trackingkonzepte als Reaktion auf den schrittweisen Wegfall von Third-Party-Cookies.
Demgegenüber existierten nur wenige Ansätze, welche technische Analyseverfahren mit verständlicher Informationsvermittlung kombinierten. Ebenso fehlten Verfahren, welche personalisierte Profile, eingebundene Drittinhalte oder komplexe Trackingmechanismen für Endnutzerinnen und Endnutzer nachvollziehbar visualisieren.
Auch Awareness-Maßnahmen konzentrierten sich häufig auf klassische Schulungsformate und adressierten nur eingeschränkt konkrete Nutzungssituationen oder unterschiedliche Nutzergruppen. Interaktive Werkzeuge, spielerische Lernansätze sowie unmittelbar im Browser verfügbare Transparenzinformationen befanden sich überwiegend im Forschungsstadium.
Das Verbundprojekt UbiTrans adressierte diese Lücke durch die Verbindung von IT-Sicherheitsforschung, Mensch-Computer-Interaktion und sozialwissenschaftlicher Forschung. Ziel war nicht die Entwicklung weiterer Datenschutztechnologien allein, sondern die Verbesserung von Transparenz, Verständlichkeit und digitaler Souveränität im praktischen Umgang mit digitalen Diensten.

1.3 Ziele des Teilvorhabens

Die AWARE7 GmbH verantwortete innerhalb des Verbundprojekts insbesondere die Entwicklung technischer Verfahren zur Analyse und transparenten Darstellung datenschutz- und sicherheitsrelevanter Eigenschaften moderner Webanwendungen.
Die wesentlichen Ziele des Teilvorhabens waren:

- Entwicklung einer Browser-Erweiterung zur transparenten Darstellung eingebundener Webinhalte und Datenflüsse,
- Untersuchung aktueller Tracking- und Profilbildungsverfahren,
- Entwicklung neuer Verfahren zur Visualisierung personenbezogener Profile,
- Unterstützung der Entwicklung interaktiver Awareness-Maßnahmen,
- Integration der entwickelten Komponenten in einen Demonstrator,
- Evaluation der entwickelten Verfahren hinsichtlich Verständlichkeit, Nutzbarkeit und Beitrag zur digitalen Souveränität,
- Transfer der Projektergebnisse in Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft.

Die Arbeiten erfolgten im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsvorhabens mit technischen, sozialwissenschaftlichen und anwendungsorientierten Forschungsschwerpunkten.

2. Voraussetzungen und Zusammenarbeit im Verbund

Das Projekt UbiTrans wurde von einem interdisziplinären Verbund durchgeführt, der Kompetenzen aus den Bereichen IT-Sicherheit, Datenschutz, Mensch-Computer-Interaktion, Kommunikationswissenschaft und Sozialwissenschaft zusammenführte. Die unterschiedlichen wissenschaftlichen Perspektiven ermöglichten eine ganzheitliche Betrachtung der Fragestellung nach Transparenz und digitaler Souveränität.

2.1 AWARE7 GmbH

Die AWARE7 GmbH übernahm die Projektkoordination und verantwortete die Entwicklung technischer Analyseverfahren sowie die Umsetzung zentraler Softwarekomponenten. Hierzu gehörten insbesondere die Entwicklung der Browser-Erweiterung, Untersuchungen moderner Trackingverfahren sowie Beiträge zur technischen Evaluation der entwickelten Konzepte. Darüber hinaus koordinierte AWARE7 die Integration der einzelnen Projektergebnisse in den Demonstrator und unterstützte den Ergebnistransfer in Wirtschaft und Forschung.

2.2 Ruhr-Universität Bochum

Die Ruhr-Universität Bochum brachte ihre Expertise im Bereich IT-Sicherheit und Datenschutz ein. Sie unterstützte insbesondere die wissenschaftliche Analyse aktueller Webtechnologien, Trackingmechanismen und Datenschutzaspekte und wirkte an der Entwicklung neuer Analyseverfahren mit.

2.3 Westfälische Hochschule

Die Westfälische Hochschule unterstützte die Entwicklung technischer Konzepte zur transparenten Analyse moderner Webanwendungen und brachte ihre langjährige Expertise im Bereich Cyber Security und Internetsicherheit in das Vorhaben ein.

2.4 Technische Universität Dortmund

Die Technische Universität Dortmund verantwortete insbesondere sozialwissenschaftliche Fragestellungen des Projekts. Hierzu gehörten Untersuchungen zum Informationsverhalten unterschiedlicher Nutzergruppen, die Entwicklung von Sensibilisierungsmaßnahmen sowie die Evaluation der entwickelten Werkzeuge hinsichtlich Akzeptanz, Verständlichkeit und Nutzbarkeit.

2.5 Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Die Arbeiten erfolgten iterativ über die gesamte Projektlaufzeit. Technische Entwicklungen wurden fortlaufend mit Erkenntnissen aus den Nutzerstudien abgestimmt. Gleichzeitig flossen Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Evaluation unmittelbar in die Weiterentwicklung der Browser-Erweiterung, der Awareness-Maßnahmen sowie der Visualisierungskonzepte ein.
Durch diese enge Verzahnung technischer und sozialwissenschaftlicher Forschung konnte sichergestellt werden, dass die entwickelten Werkzeuge nicht nur technisch leistungsfähig, sondern auch für unterschiedliche Nutzergruppen verständlich und praktikabel sind.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Arbeiten wurden entsprechend der Projektplanung in mehreren aufeinander aufbauenden Arbeitspaketen durchgeführt. Ziel war die Entwicklung technischer und methodischer Ansätze zur Erhöhung der Transparenz datenverarbeitender Webanwendungen sowie zur Förderung der digitalen Souveränität unterschiedlicher Nutzergruppen. Die Arbeitspakete wurden in enger Zusammenarbeit der Verbundpartner bearbeitet und fortlaufend aufeinander abgestimmt.

3.1 Übersicht der Arbeitspakete und Zielerreichung

AP	Zeitraum	Geplantes Ergebnis	Tatsächlich erreichtes Ergebnis	Abweichung	Nachweis
AP0	Projektlaufzeit	Projektkoordination	Erfolgreiche Koordination des Verbundprojekts	keine	Projektmanagement
AP1	M1–M6	Anforderungsanalyse	Analyse von Nutzeranforderungen und Transparenzbedarfen	keine	Projektskizze, Studien

AP2	M3–M12	Analyse technischer Verfahren	Untersuchung aktueller Tracking- und Profilbildungsmechanismen	Erweiterung um Google Topics API	Abschlusspräsentation
AP3	M6–M18	Gestaltung transparenter Informationsdarstellung	Entwicklung neuer Visualisierungskonzepte (PERSONÆR)	keine	Abschlusspräsentation
AP4	M10–M24	Awareness-Konzept	Entwicklung interaktiver Lern- und Sensibilisierungskonzepte (Trickery, Schulungsplattform)	keine	Abschlusspräsentation
AP5	M12–M30	Entwicklung Demonstrator	Browser-Erweiterung und technische Analyseplattform	Funktional erweitert	Demonstrator
AP6	M24–M36	Evaluation	Nutzerstudien und Demonstrator-Evaluation	keine	Abschlusspräsentation
AP7	Projektlaufzeit	Dissemination	Veröffentlichungen, Workshops und Ergebnistransfer	keine	Publikationen

Alle wesentlichen Projektziele konnten innerhalb der vorgesehenen Projektlaufzeit erreicht werden. Im Projektverlauf wurden einzelne Forschungsschwerpunkte – insbesondere die Untersuchung neuer Trackingverfahren wie der Google Topics API – aufgrund aktueller technischer Entwicklungen erweitert. Dadurch konnte sichergestellt werden, dass die Projektergebnisse den Stand der Technik zum Projektende widerspiegeln.

4. Durchführung des Vorhabens

4.1 Analyse der Anforderungen und bestehender Transparenzmechanismen (AP1)

Zielsetzung

Zu Beginn des Vorhabens sollten die Anforderungen verschiedener Nutzergruppen hinsichtlich Transparenz, Datenschutz und digitaler Souveränität untersucht werden. Gleichzeitig sollten bestehende technische Verfahren analysiert werden, um Defizite aktueller Transparenzlösungen zu identifizieren.

Vorgehen

Hierzu wurden wissenschaftliche Arbeiten, bestehende Browserlösungen sowie aktuelle Datenschutzmechanismen untersucht. Ergänzend wurden Anforderungen aus Sicht unterschiedlicher Nutzergruppen erhoben und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die spätere Systemgestaltung bewertet.

Besonderes Augenmerk lag auf folgenden Fragestellungen:

- Verständlichkeit technischer Datenschutzinformationen,
- Transparenz eingebundener Drittanbieter,
- Wahrnehmung von Trackingmechanismen,
- Unterstützung informierter Entscheidungen.

Ergebnis

Die Analyse zeigte, dass bestehende Datenschutzmechanismen überwiegend auf juristische Informationen oder allgemeine Datenschutzhinweise beschränkt sind. Nutzerinnen und Nutzer erhalten hingegen nur selten kontextbezogene Informationen über tatsächlich stattfindende Datenverarbeitungen oder eingebundene Dienste.

Diese Erkenntnisse bildeten die Grundlage für die Entwicklung sämtlicher weiterer Projektergebnisse.

4.2 Analyse moderner Tracking- und Profilbildungsverfahren (AP2)

Zielsetzung

Ein Schwerpunkt des Projekts bestand in der Untersuchung aktueller Verfahren zur Erfassung, Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Informationen innerhalb moderner Webanwendungen.

Vorgehen

Hierfür wurden bestehende Trackingmechanismen sowie neue Entwicklungen im Browserumfeld untersucht. Während der Projektlaufzeit gewann insbesondere die Diskussion um den Ersatz klassischer Third-Party-Cookies erheblich an Bedeutung. Das Projekt griff diese Entwicklung auf und untersuchte frühzeitig die von Google vorgeschlagene Topics API als Bestandteil der Privacy Sandbox.

Parallel wurden bestehende Verfahren zur Profilbildung analysiert und hinsichtlich ihrer Transparenz für Endnutzer bewertet.

Ergebnis

Die Untersuchungen zeigten, dass neue Trackingverfahren zwar teilweise auf personenbezogene Identifier verzichten, dennoch weiterhin umfangreiche interessenbasierte Profilbildungen ermöglichen.

Ein wesentliches Projektergebnis bestand in der systematischen Analyse der Topics API hinsichtlich:

- Funktionsweise,
- Transparenz,
- Datenschutzimplikationen,
- Auswirkungen auf Nutzerinnen und Nutzer.

Die Ergebnisse lieferten wichtige Erkenntnisse über zukünftige Entwicklungen personalisierter Werbung und bildeten gleichzeitig die Grundlage für die Entwicklung neuer Transparenzmechanismen innerhalb des Projekts.

Darüber hinaus entstanden neue Erkenntnisse zur Nachvollziehbarkeit algorithmischer Profilbildung, welche unmittelbar in die Entwicklung des PERSONÆR-Konzepts einflossen.

4.3 Entwicklung neuer Transparenz- und Visualisierungskonzepte (AP3)

Zielsetzung

Technische Datenschutzinformationen sollten so aufbereitet werden, dass sie auch ohne vertiefte Fachkenntnisse nachvollzogen werden können.

Vorgehen

Hierfür wurden unterschiedliche Ansätze zur Visualisierung personenbezogener Informationen entwickelt und hinsichtlich ihrer Verständlichkeit untersucht.

Ein Schwerpunkt lag auf der Entwicklung des Konzepts **PERSONÆR**, welches abstrakte Nutzerprofile in verständlicher Form visualisiert und dadurch nachvollziehbar macht, welche Informationen über Nutzerinnen und Nutzer aus ihrem Online-Verhalten abgeleitet werden können.

Ergebnis

PERSONÆR ermöglicht die transparente Darstellung interessenbasierter Nutzerprofile und macht algorithmische Profilbildung erstmals unmittelbar sichtbar.

Dadurch erhalten Nutzerinnen und Nutzer eine wesentlich bessere Vorstellung davon,

- welche Informationen gesammelt werden,
- welche Interessen abgeleitet werden,
- welche Auswirkungen dies auf personalisierte Inhalte haben kann.

Die entwickelten Visualisierungskonzepte bildeten einen zentralen Bestandteil des späteren Demonstrators.

4.4 Entwicklung von Awareness- und Schulungskonzepten (AP4)

Zielsetzung

Neben technischen Transparenzmechanismen sollten auch geeignete Lern- und Sensibilisierungskonzepte entwickelt werden.

Vorgehen

Hierfür wurden unterschiedliche Vermittlungsformate entwickelt und hinsichtlich ihrer Eignung untersucht.

Besonderer Schwerpunkt war die Entwicklung des Serious Games **Trickery**, welches Nutzerinnen und Nutzer spielerisch für manipulative Gestaltungsmuster („Dark Patterns“) sensibilisiert.

Ergänzend entstand eine modulare Schulungsplattform, welche unterschiedliche Lernmodule sowie technische Demonstratoren miteinander kombiniert.

Ergebnis

Die entwickelten Lernangebote ermöglichen eine praxisnahe Vermittlung komplexer Datenschutz- und Sicherheitsthemen.

Durch den interaktiven Charakter konnte die klassische Vermittlung technischer Inhalte um spielerische und anwendungsorientierte Elemente erweitert werden.

Die Schulungsplattform bildet gleichzeitig die Grundlage zukünftiger Awareness-Angebote der Projektpartner.

5. Entwicklung und Validierung der Projektergebnisse

5.1 Entwicklung der Browser-Erweiterung

Ausgangsproblem

Webbrowser stellen heute den zentralen Zugangspunkt zu digitalen Diensten dar. Gleichzeitig erhalten Nutzerinnen und Nutzer während der Nutzung nur eingeschränkte Informationen darüber, welche Daten verarbeitet werden, welche Drittanbieter eingebunden sind oder welche sicherheits- und datenschutzrelevanten Eigenschaften eine Webseite besitzt.

Vorhandene Browserfunktionen beschränken sich überwiegend auf Warnungen oder Datenschutzoptionen und vermitteln die zugrundeliegenden technischen Zusammenhänge nur unzureichend. Ziel des Projekts war daher die Entwicklung einer Browser-Erweiterung, welche Transparenzinformationen unmittelbar im Nutzungskontext bereitstellt und komplexe technische Sachverhalte verständlich visualisiert.

Vorgehen

Auf Grundlage der Anforderungsanalyse wurde eine modulare Browser-Erweiterung entwickelt. Der Entwurf orientierte sich an folgenden Grundprinzipien:

- möglichst geringe Eingriffe in den normalen Nutzungskontext,
- verständliche Darstellung technischer Informationen,
- modulare Erweiterbarkeit,
- Unterstützung unterschiedlicher Transparenzfunktionen,
- Kombination technischer Analyse und nutzerzentrierter Visualisierung.

Während der Entwicklung wurden die einzelnen Funktionen iterativ gemeinsam mit den Verbundpartnern abgestimmt und kontinuierlich weiterentwickelt.

Ergebnis

Die entwickelte Browser-Erweiterung bildet die zentrale technische Plattform des Projekts und integriert verschiedene Transparenzfunktionen in einer einheitlichen Benutzeroberfläche.

Zu den wesentlichen Funktionen gehören insbesondere:

- Analyse eingebundener Drittanbieter,
- Darstellung datenschutzrelevanter Eigenschaften,
- Einbindung verschiedener Transparenzmodule,
- Unterstützung der entwickelten Visualisierungskonzepte,
- Integration weiterer Projektergebnisse wie PERSONÆR.

Durch die modulare Architektur können zukünftige Erweiterungen ohne grundlegende Änderungen integriert werden.

Beitrag der AWARE7 GmbH

Die AWARE7 GmbH verantwortete die Konzeption und technische Umsetzung der Browser-Erweiterung sowie die Integration der entwickelten Analyseverfahren in den Demonstrator.

Artefakte

- Browser Extension
- Demonstrator
- Softwaremodule des Projekts

5.2 Untersuchung moderner Trackingmechanismen – Google Topics API

Ausgangsproblem

Während der Projektlaufzeit kündigte Google den schrittweisen Ersatz klassischer Third-Party-Cookies durch neue Verfahren der Privacy Sandbox an. Dadurch entstand kurzfristig ein neuer Forschungsgegenstand, der bei Projektbeginn noch nicht existierte.

Insbesondere die Topics API versprach eine interessenbasierte Werbeauslieferung ohne klassische Cookie-Identifier. Gleichzeitig war unklar, welche Auswirkungen dieses Verfahren auf Transparenz und Datenschutz tatsächlich besitzt.

Vorgehen

Die AWARE7 GmbH untersuchte die Topics API hinsichtlich:

- technischer Funktionsweise,
- Datenfluss,
- Profilbildungsmechanismen,
- Transparenz für Endnutzer,
- Datenschutzimplikationen,
- möglicher Angriffspunkte.

Hierfür wurden verschiedene Testumgebungen aufgebaut und unterschiedliche Nutzungsszenarien analysiert.

Ergebnis

Die Untersuchungen zeigten, dass die Topics API zwar auf klassische Third-Party-Cookies verzichtet, gleichzeitig jedoch weiterhin eine interessenbasierte Profilbildung ermöglicht.

Die Analyse machte insbesondere deutlich,

- welche Informationen innerhalb des Browsers verarbeitet werden,
- wie Interessenkategorien entstehen,
- wie diese an Webseiten weitergegeben werden,
- welche Transparenzdefizite für Nutzerinnen und Nutzer bestehen.

Die Ergebnisse wurden unmittelbar in die Entwicklung der Browser-Erweiterung sowie der Visualisierungskomponenten übernommen.

Wissenschaftliche Relevanz

Die Arbeiten gehören zu den frühen wissenschaftlichen Untersuchungen der Topics API und liefern wichtige Erkenntnisse über zukünftige Trackingverfahren innerhalb moderner Browserarchitekturen.

Artefakte

- Analyse der Google Topics API
- technische Dokumentation
- Demonstratorintegration

5.3 PERSONÆR – Transparente Visualisierung algorithmischer Nutzerprofile

Ausgangsproblem

Moderne Webdienste erstellen umfangreiche Nutzerprofile, welche personalisierte Werbung und Inhalte steuern.

Für Endnutzerinnen und Endnutzer bleibt jedoch häufig verborgen,

- welche Interessen gespeichert werden,
- welche Kategorien gebildet werden,
- welche Rückschlüsse möglich sind.

Dadurch entsteht ein erhebliches Transparenzdefizit.

Vorgehen

Im Projekt wurde deshalb der Ansatz **PERSONÆR** entwickelt.

Ziel war die verständliche Darstellung algorithmischer Nutzerprofile sowie deren Nachvollziehbarkeit für unterschiedliche Nutzergruppen.

Hierfür wurden verschiedene Visualisierungskonzepte entwickelt und iterativ hinsichtlich ihrer Verständlichkeit untersucht.

Ergebnis

PERSONÆR ermöglicht die anschauliche Darstellung personenbezogener Interessenkategorien und macht sichtbar,

- welche Informationen aus dem Surfverhalten abgeleitet werden,
- welche Interessenschwerpunkte entstehen,
- wie sich unterschiedliche Webseiten auf das Profil auswirken,
- welche Auswirkungen dies auf personalisierte Werbung besitzen kann.

Die Visualisierung wurde in die Browser-Erweiterung integriert und bildet einen wesentlichen Bestandteil des Demonstrators.

Nutzen

Durch die transparente Darstellung algorithmischer Profilbildung wird die digitale Souveränität der Nutzerinnen und Nutzer gestärkt.

Die entwickelte Methodik besitzt darüber hinaus Potenzial für zukünftige Transparenzwerkzeuge sowie Datenschutzanwendungen.

Artefakte

- PERSONÆR
- Visualisierungskomponenten
- Demonstrator

5.4 Entwicklung des Serious Games „Trickery"

Ausgangsproblem

Neben technischen Trackingmechanismen beeinflussen zahlreiche Webseiten ihre Nutzerinnen und Nutzer durch sogenannte Dark Patterns oder Deceptive Design Patterns.

Diese Gestaltungsmuster werden häufig nicht bewusst wahrgenommen und erschweren informierte Entscheidungen.

Vorgehen

Im Projekt wurde daher das Serious Game **Trickery** entwickelt.

Das Spiel vermittelt typische manipulative Gestaltungsmuster anhand realistischer Szenarien und ermöglicht Nutzerinnen und Nutzern, verschiedene Situationen selbst zu bewerten.

Dabei wurde bewusst auf einen spielerischen Ansatz gesetzt, um komplexe Datenschutz- und Sicherheitsthemen niedrigschwellig zu vermitteln.

Ergebnis

Trickery sensibilisiert Nutzerinnen und Nutzer für:

- manipulative Dialoge,
- irreführende Cookie-Banner,
- versteckte Einwilligungen,
- psychologische Beeinflussung,
- datenschutzkritische Gestaltungsmuster.

Das Spiel ergänzt die technischen Transparenzwerkzeuge des Projekts um einen verhaltensorientierten Lernansatz.

Beitrag zum Gesamtprojekt

Während die Browser-Erweiterung Transparenz schafft, unterstützt Trickery die langfristige Entwicklung von Medienkompetenz und digitaler Souveränität.

Artefakte

- Serious Game Trickery
- Lernmodule
- Demonstratorintegration

5.5 Entwicklung der Schulungsplattform

Ausgangsproblem

Einzelne Werkzeuge allein reichen häufig nicht aus, um nachhaltige Verhaltensänderungen zu erreichen.

Deshalb sollten technische Transparenzinformationen mit geeigneten Schulungsangeboten kombiniert werden.

Vorgehen

Hierfür wurde eine modulare Schulungsplattform entwickelt.

Die Plattform kombiniert:

- Browser-Erweiterung,
- Demonstrator,
- Serious Game,
- Informationsmodule,
- interaktive Übungen.

Sie kann sowohl im Selbststudium als auch in Workshops eingesetzt werden.

Ergebnis

Die Plattform ermöglicht unterschiedliche Lernpfade für verschiedene Zielgruppen und unterstützt die praxisnahe Vermittlung von Datenschutz- und IT-Sicherheitswissen.

Durch die modulare Struktur können zukünftige Inhalte ergänzt werden.

Nutzen

Die entwickelte Plattform erweitert klassische Awareness-Schulungen um interaktive und kontextbezogene Lernangebote und schafft damit eine nachhaltige Grundlage für zukünftige Sensibilisierungsmaßnahmen.

Artefakte

- Schulungsplattform
- Lernmodule
- Demonstrator

6. Demonstrator und Evaluation

6.1 Zielsetzung der Demonstratorentwicklung

Ziel des Demonstrators war es, die im Projekt entwickelten technischen Komponenten sowie die unterschiedlichen Transparenz- und Sensibilisierungskonzepte in einer gemeinsamen Umgebung zusammenzuführen. Während einzelne Projektbestandteile jeweils spezifische Fragestellungen adressierten, sollte der Demonstrator deren Zusammenspiel unter praxisnahen Bedingungen ermöglichen und gleichzeitig als Grundlage für Nutzerstudien und Evaluierungen dienen.

Dabei verfolgte der Demonstrator mehrere Ziele:

- Integration der entwickelten Browser-Erweiterung,
- Einbindung der Visualisierungskomponenten (PERSONÆR),
- Darstellung technischer Transparenzinformationen,
- Bereitstellung interaktiver Lernangebote,
- Unterstützung empirischer Untersuchungen zur Nutzerwahrnehmung.

Durch diesen integrierten Ansatz konnte nicht nur die technische Funktionalität überprüft, sondern auch untersucht werden, wie unterschiedliche Transparenzmechanismen von Nutzerinnen und Nutzern wahrgenommen und verstanden werden.

6.2 Aufbau des Demonstrators

Der Demonstrator kombinierte mehrere während des Projekts entwickelte Komponenten zu einer gemeinsamen Forschungsplattform.

Zu den wesentlichen Bestandteilen gehörten:

- Browser-Erweiterung zur Analyse von Webseiten,
- Transparenzmodule für eingebundene Dienste,
- PERSONÆR zur Visualisierung personalisierter Profile,
- Serious Game Trickery,
- Awareness- und Schulungsplattform,
- Analyse aktueller Trackingmechanismen,
- Informations- und Hilfemodule.

Die modulare Architektur ermöglichte eine flexible Kombination einzelner Funktionen sowie deren Weiterentwicklung während der Projektlaufzeit.

Gleichzeitig konnten unterschiedliche Anwendungsszenarien untersucht werden, ohne einzelne Komponenten grundlegend verändern zu müssen.

6.3 Durchführung der Evaluation

Die Evaluation erfolgte iterativ während der Projektlaufzeit.

Hierzu wurden verschiedene Untersuchungsformen miteinander kombiniert.

Hierzu gehörten insbesondere:

- Nutzertests einzelner Komponenten,
- Evaluation der Browser-Erweiterung,
- Untersuchungen der entwickelten Visualisierungskonzepte,
- Bewertung der Schulungsplattform,
- Evaluation des Serious Games,
- Analyse der Nutzerakzeptanz.

Die sozialwissenschaftlichen Untersuchungen wurden gemeinsam mit den Verbundpartnern durchgeführt und dienten dazu, sowohl technische als auch menschzentrierte Aspekte der entwickelten Lösungen zu bewerten.

6.4 Ergebnisse der Evaluation

Die Evaluation bestätigte die grundsätzliche Eignung des entwickelten Gesamtkonzepts.

Insbesondere zeigte sich, dass kontextbezogene Transparenzinformationen deutlich besser verstanden werden als klassische Datenschutzinformationen oder allgemeine Datenschutzerklärungen.

Die Kombination verschiedener Darstellungsformen erwies sich als besonders hilfreich.

Hierzu gehörten insbesondere:

- grafische Visualisierung,
- interaktive Elemente,
- unmittelbare Rückmeldungen während der Browsernutzung,
- spielerische Lernformate.

Die Untersuchungen zeigten darüber hinaus, dass Nutzerinnen und Nutzer insbesondere dann von Transparenzmechanismen profitieren, wenn Informationen unmittelbar im Nutzungskontext bereitgestellt werden und konkrete Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt werden.

Die Ergebnisse bestätigten somit den interdisziplinären Projektansatz, technische Analyseverfahren unmittelbar mit verständlicher Informationsvermittlung zu kombinieren.

6.5 Bewertung des Demonstrators

Der Demonstrator konnte sämtliche entwickelten Komponenten erfolgreich integrieren und bildete eine geeignete Plattform zur Evaluation der Projektergebnisse.

Besonders hervorzuheben sind:

- erfolgreiche Integration der Browser-Erweiterung,
- gemeinsame Nutzung der entwickelten Transparenzmodule,
- Einbindung der Visualisierungskomponenten,
- Kombination technischer und didaktischer Ansätze,
- flexible Erweiterbarkeit.

Damit entstand nicht nur ein Demonstrator für die wissenschaftliche Evaluation, sondern zugleich eine Grundlage für zukünftige Weiterentwicklungen und Transferaktivitäten.

7. Wissenschaftliche Ergebnisse

7.1 Beitrag zum Stand der Forschung

Das Projekt adressierte mehrere Forschungsfragen, welche zum Projektbeginn nur unzureichend untersucht waren.

Hierzu gehörten insbesondere:

- Transparenz algorithmischer Profilbildung,
- verständliche Darstellung technischer Datenschutzinformationen,
- Analyse neuer Trackingverfahren,
- Unterstützung digitaler Souveränität,
- Kombination technischer und didaktischer Maßnahmen.

Durch die Verbindung unterschiedlicher Disziplinen konnten neue Ansätze entwickelt werden, welche über klassische Datenschutzwerkzeuge hinausgehen.

7.2 Wesentliche wissenschaftliche Beiträge

Die wichtigsten wissenschaftlichen Beiträge des Projekts lassen sich wie folgt zusammenfassen.

Transparenz statt ausschließlich Datenschutz

Während viele bestehende Lösungen versuchen, Datenverarbeitung technisch einzuschränken, verfolgt UbiTrans einen ergänzenden Ansatz.

Im Mittelpunkt steht die verständliche Vermittlung darüber,

- welche Daten verarbeitet werden,
- warum dies geschieht,
- welche Konsequenzen daraus entstehen,
- welche Handlungsmöglichkeiten bestehen.

Dadurch wird Transparenz selbst zum Forschungsgegenstand.

Untersuchung zukünftiger Trackingverfahren

Mit der Analyse der Google Topics API griff das Projekt bereits während der Laufzeit ein Forschungsfeld auf, welches erst später breite wissenschaftliche Aufmerksamkeit erhielt.

Die Ergebnisse liefern wichtige Erkenntnisse hinsichtlich:

- Datenschutz,
- Profilbildung,
- Browserarchitektur,
- Transparenz neuer Werbeverfahren.

PERSONÆR

Mit PERSONÆR entstand ein neuartiger Ansatz zur Visualisierung algorithmischer Nutzerprofile.

Die entwickelte Methodik ermöglicht erstmals eine verständliche Darstellung personalisierter Interessenkategorien und verbessert dadurch die Nachvollziehbarkeit moderner Profilbildungsprozesse.

Kombination technischer und sozialwissenschaftlicher Forschung

Ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal des Projekts besteht in der engen Verbindung technischer Sicherheitsforschung mit Erkenntnissen der Mensch-Computer-Interaktion und der Sozialwissenschaft.

Dadurch konnten technische Entwicklungen unmittelbar hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und Akzeptanz bewertet werden.

7.3 Wissenschaftliche Relevanz

Die Projektergebnisse leisten Beiträge zu mehreren aktuellen Forschungsfeldern.

Hierzu gehören insbesondere:

- Privacy Engineering,
- Human-Centered Security,
- Explainable Privacy,
- Tracking-Analyse,
- Browser Security,
- digitale Souveränität,
- Privacy-by-Design.

Die entwickelten Konzepte bilden zugleich eine Grundlage für zukünftige Forschungsarbeiten im Bereich transparenter und vertrauenswürdiger digitaler Dienste.

8. Verwertung der Ergebnisse

8.1 Wissenschaftliche Verwertung

Die Projektergebnisse wurden über wissenschaftliche Publikationen, Workshops und Fachveranstaltungen verbreitet.

Darüber hinaus bilden die entwickelten Methoden eine Grundlage für zukünftige Forschungsarbeiten im Bereich Datenschutz, Transparenz und digitaler Souveränität.

8.2 Wirtschaftliche Verwertung

Für die AWARE7 GmbH ergeben sich insbesondere folgende Verwertungsmöglichkeiten:

Ergebnis	Verwertungsweg
Browser Extension	Demonstrationen, Beratungsprojekte
Analyseverfahren	Datenschutz- und Sicherheitsanalysen
PERSONÆR	Awareness-Workshops
Trickery	Security-Awareness-Schulungen
Schulungsplattform	Trainingsangebote
Transparenzmethodik	Beratungsleistungen

Die Ergebnisse erweitern das bestehende Dienstleistungsportfolio insbesondere im Bereich Security Awareness, Datenschutzberatung und technische Sicherheitsanalysen.

8.3 Fortgeschriebener Verwertungsplan

Ergebnis	Zielgruppe	Zeitraum	Erfolgskriterium

Browser-Erweiterung	Forschung, Demonstrationen	6–12 Monate	Einsatz in Workshops und Demonstrationen
PERSONÆR	Hochschulen, Forschung	12–24 Monate	Nutzung in Folgeprojekten
Trickery	Unternehmen, Bildungseinrichtungen	6–24 Monate	Integration in Awareness-Schulungen
Schulungsplattform	Unternehmen, öffentliche Einrichtungen	12–24 Monate	Durchführung mehrerer Schulungen
Analyseverfahren	Beratungsprojekte	fortlaufend	Integration in Dienstleistungsportfolio

9. Fortschritt bei anderen Stellen während der Projektlaufzeit

Während der Laufzeit des Projekts entwickelten sich sowohl die technische als auch die regulatorische Landschaft im Bereich Datenschutz, Webtechnologien und digitaler Souveränität erheblich weiter. Diese Entwicklungen bestätigten die Relevanz der im Projekt bearbeiteten Fragestellungen und beeinflussten teilweise die Schwerpunktsetzung einzelner Arbeiten.

9.1 Entwicklung moderner Browserarchitekturen

Während der Projektlaufzeit kündigten mehrere Browserhersteller grundlegende Änderungen ihrer Datenschutz- und Trackingmechanismen an. Insbesondere die schrittweise Abschaffung klassischer Third-Party-Cookies sowie die Einführung neuer Konzepte innerhalb der Google Privacy Sandbox führten zu einer Neubewertung bestehender Trackingverfahren.

Diese Entwicklungen wurden im Projekt frühzeitig aufgegriffen. Die Analyse der Google Topics API stellte einen zusätzlichen Forschungsschwerpunkt dar und ergänzte die ursprünglich geplanten Untersuchungen zu klassischen Trackingmechanismen. Dadurch konnten die Projektergebnisse auf aktuelle technische Entwicklungen ausgerichtet werden.

9.2 Datenschutz und Transparenz

Parallel zum technischen Wandel entwickelte sich auch die wissenschaftliche Diskussion weiter. Datenschutz wurde zunehmend nicht mehr ausschließlich als technische Schutzmaßnahme verstanden, sondern verstärkt unter dem Gesichtspunkt von Transparenz, Nachvollziehbarkeit und digitaler Selbstbestimmung betrachtet.

Diese Entwicklung bestätigte den gewählten Projektansatz, technische Analyseverfahren mit verständlicher Informationsvermittlung und nutzerzentrierten Visualisierungskonzepten zu verbinden.

9.3 Forschung zu Dark Patterns und digitaler Souveränität

Während der Projektlaufzeit nahm die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit manipulativen Gestaltungsmustern („Dark Patterns“) deutlich zu. Gleichzeitig rückte der Begriff der digitalen Souveränität stärker in den Fokus von Forschung, Politik und Gesellschaft.

Die im Projekt entwickelten Konzepte – insbesondere das Serious Game *Trickery* sowie die Schulungsplattform – adressieren diese Entwicklungen unmittelbar und leisten einen Beitrag zur Förderung eines reflektierten Umgangs mit digitalen Diensten.

9.4 Auswirkungen auf die Projektziele

Die beschriebenen Entwicklungen führten zu keiner grundlegenden Änderung der Projektziele. Vielmehr bestätigten sie die Aktualität und Relevanz der ursprünglichen Zielsetzung. Einzelne technische Entwicklungen, insbesondere die Einführung neuer Browsertechnologien, wurden innerhalb der bestehenden Projektstruktur aufgegriffen und in die Forschungsarbeiten integriert. Dadurch konnte das Vorhaben aktuelle Entwicklungen berücksichtigen, ohne den Gesamtcharakter des Projekts zu verändern.

10. Veröffentlichungen, Wissenstransfer und Schutzrechte

10.1 Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Die Projektergebnisse wurden während der Laufzeit kontinuierlich wissenschaftlich aufgearbeitet und veröffentlicht. Die Veröffentlichungen umfassen insbesondere Beiträge zu Transparenz, Tracking, Datenschutz sowie digitaler Souveränität.

Eine vollständige Publikationsliste ist dem Schlussbericht als Anlage beigefügt.

10.2 Workshops und Fachveranstaltungen

Die Projektergebnisse wurden darüber hinaus im Rahmen verschiedener Workshops, Fachvorträge und Transferveranstaltungen vorgestellt. Ziel war der Austausch mit Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit sowie die Diskussion der entwickelten Ansätze mit unterschiedlichen Interessengruppen.

Neben wissenschaftlichen Fachveranstaltungen wurden auch Veranstaltungen zur Förderung digitaler Kompetenzen sowie Awareness-Workshops durchgeführt.

10.3 Wissenstransfer

Die entwickelten Ergebnisse wurden in unterschiedlichen Formaten für verschiedene Zielgruppen aufbereitet.

Hierzu gehören insbesondere:

- Browser-Demonstrationen,
- Schulungsangebote,
- Serious Game *Trickery*,
- Demonstrator,
- Informationsmaterialien,
- wissenschaftliche Beiträge.

Durch diese Kombination konnten sowohl wissenschaftliche Fachkreise als auch Endnutzerinnen und Endnutzer adressiert werden.

10.4 Schutzrechte

Im Rahmen des Vorhabens wurden keine Patente oder sonstigen gewerblichen Schutzrechte angemeldet.

Die Projektergebnisse bestehen überwiegend aus wissenschaftlichen Erkenntnissen, Softwareprototypen, Demonstratoren sowie methodischen Konzepten.

10.5 Open Source

Eine Veröffentlichung der entwickelten Softwarekomponenten als Open-Source-Projekt war nicht Bestandteil des Vorhabens.

Einzelne Konzepte und Methoden können jedoch in zukünftigen Forschungsprojekten weiterentwickelt oder in andere Softwarelösungen integriert werden.

11. Herausforderungen und Lessons Learned

Das Projekt konnte insgesamt erfolgreich durchgeführt werden. Im Verlauf der Arbeiten ergaben sich jedoch verschiedene fachliche und organisatorische Herausforderungen, aus denen wichtige Erkenntnisse für zukünftige Forschungsvorhaben gewonnen werden konnten.

Dynamische technische Entwicklungen

Eine besondere Herausforderung bestand in der schnellen Weiterentwicklung moderner Browsertechnologien während der Projektlaufzeit. Neue Trackingverfahren sowie Änderungen bestehender Browserarchitekturen machten eine kontinuierliche Anpassung einzelner Forschungsarbeiten erforderlich.

Die flexible Projektstruktur ermöglichte es, diese Entwicklungen in die Arbeiten zu integrieren, ohne die ursprünglichen Projektziele wesentlich zu verändern.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Die enge Zusammenarbeit von IT-Sicherheit, Sozialwissenschaft, Mensch-Computer-Interaktion und Softwareentwicklung erwies sich als wesentliche Stärke des Projekts.

Gleichzeitig erforderte die Abstimmung unterschiedlicher wissenschaftlicher Perspektiven einen erhöhten Koordinationsaufwand. Die iterative Entwicklung der Projektergebnisse sowie regelmäßige Abstimmungen innerhalb des Verbunds trugen wesentlich zum erfolgreichen Projektverlauf bei.

Transparenz als Gestaltungsaufgabe

Eine zentrale Erkenntnis des Projekts besteht darin, dass Transparenz nicht allein durch technische Informationen geschaffen werden kann. Vielmehr müssen komplexe technische Zusammenhänge verständlich, kontextbezogen und zielgruppengerecht vermittelt werden.

Die Kombination aus technischen Analyseverfahren, Visualisierung, spielerischen Lernangeboten und interaktiven Werkzeugen erwies sich hierbei als besonders geeignet.

Digitale Souveränität

Die Projektergebnisse zeigen, dass digitale Souveränität sowohl technische als auch menschzentrierte Maßnahmen erfordert. Technische Werkzeuge allein reichen nicht aus; erst die Verbindung mit verständlicher Informationsvermittlung und geeigneten Lernangeboten ermöglicht eine nachhaltige Unterstützung informierter Entscheidungen.

12. Fazit und Anschlussfähigkeit

Mit dem Verbundprojekt UbiTrans konnten wesentliche Beiträge zur Förderung von Transparenz und digitaler Souveränität in ubiquitären Rechnerwelten geleistet werden.

Die Kombination technischer Analyseverfahren mit nutzerzentrierter Gestaltung ermöglichte die Entwicklung neuartiger Werkzeuge, welche Transparenz über Trackingmechanismen, eingebundene Dienste und algorithmische Profilbildung schaffen. Gleichzeitig wurden mit der Browser-Erweiterung, PERSONÆR, dem Serious Game *Trickery* sowie der Schulungsplattform unterschiedliche Ansätze entwickelt, die technische Forschung unmittelbar in praxisnahe Anwendungen überführen.

Die Evaluationen bestätigten die grundsätzliche Eignung des interdisziplinären Projektansatzes. Insbesondere die Verbindung technischer Transparenz mit verständlicher Visualisierung und interaktiven Lernangeboten erwies sich als geeignet, die Wahrnehmung datenschutzrelevanter Sachverhalte zu verbessern und Nutzerinnen und Nutzer bei informierten Entscheidungen zu unterstützen.

Die Projektergebnisse besitzen sowohl wissenschaftliche als auch praktische Relevanz. Sie bilden eine Grundlage für zukünftige Forschungsarbeiten im Bereich transparenter Webtechnologien, Privacy Engineering und Human-Centered Security. Gleichzeitig können die entwickelten Methoden und Softwarekomponenten in Beratungsprojekten, Awareness-Maßnahmen sowie weiteren Forschungs- und Entwicklungsprojekten genutzt und weiterentwickelt werden.

Die während der Projektlaufzeit gewonnenen Erkenntnisse zeigen zudem, dass Transparenz und digitale Souveränität auch künftig zentrale Forschungsfelder bleiben werden. Die fortschreitende Entwicklung neuer Trackingverfahren, personalisierter Dienste und KI-gestützter Informationsverarbeitung unterstreicht die Notwendigkeit, technische Innovationen kontinuierlich mit verständlichen Transparenz- und Sensibilisierungskonzepten zu begleiten.

13. Danksagung

Die AWARE7 GmbH bedankt sich beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung des Verbundprojekts **UbiTrans** sowie beim Projektträger für die konstruktive Begleitung während der gesamten Projektlaufzeit.

Ein besonderer Dank gilt den Verbundpartnern – der Ruhr-Universität Bochum, der Westfälischen Hochschule und der Technischen Universität Dortmund – für die vertrauensvolle und interdisziplinäre Zusammenarbeit. Die enge Verzahnung technischer, sozialwissenschaftlicher und anwendungsorientierter Forschung war eine wesentliche Voraussetzung für den erfolgreichen Projektverlauf.

Darüber hinaus gilt der Dank allen Studienteilnehmenden sowie den beteiligten Expertinnen und Experten, deren Rückmeldungen und Erfahrungen wesentlich zur Weiterentwicklung und Evaluation der entwickelten Konzepte beigetragen haben.