

Session „Digitaler Zwilling“

Blick hinter die Kulisse von ASN, FNEG, Geo & Stpl

3. Innovationssymposium 2025



Was ist ein digitaler Zwilling?

Er ist ein **virtuelles Abbild** eines realen **Objekts**, **Systems** oder **Prozesses**, das dessen Verhalten und Zustand in Echtzeit oder nahezu Echtzeit widerspiegelt.

Er dient dazu, physische Systeme zu **modellieren**, deren Eigenschaften zu **visualisieren**, Daten zu **analysieren** und mögliche Entwicklungen oder Szenarien zu **simulieren**.

Arten von digitalen Zwillingen



Produktzwillinge

Produktzwillinge sind digitale Abbildungen realer, individueller Wertobjekte. Sie enthalten Daten entlang des Lebenszyklus und eröffnen Einblicke in Produktverhalten und Optimierungspotentiale. Mit ihrer Hilfe können beispielsweise Daten unternehmensübergreifend ausgetauscht oder Produkte vorausschauend geplant und in allen Lebensphasen überwacht und optimiert werden, etwa hinsichtlich ihres ökologischen Fußabdrucks oder ihrer Energieeffizienz.



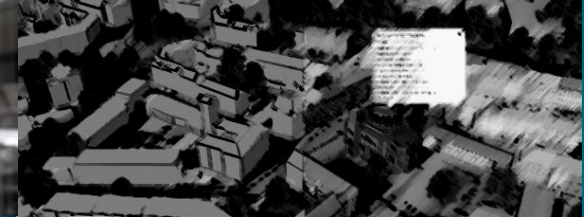
Maschinenzwillinge, Anlagenzwillinge und Technologiezwillinge

Maschinen- oder Anlagenzwillinge bilden den aktuellen Zustand während der Produktion ab. So können wir automatisiert die Energieeffizienz von Anlagen erfassen und steuern oder Wartungsbedarfe frühzeitig erkennen (Predictive Maintenance) und mithilfe von kontextsensitiven Assistenzsystemen bei der Instandhaltung unterstützen.



Prozesszwillinge

Digitale Prozesszwillinge vernetzen technologische Fabrikprozesse mit unternehmerischen Geschäftsprozessen. So können wir Systeme als Ganzes betrachten und auf einer soliden Datengrundlage wichtige Erkenntnisse zum Beispiel für die Produktionsplanung oder Geschäftsmodelle ableiten.



Urbane Zwillinge

Ein Urbaner Digitaler Zwilling (UDZ) ist ein intelligentes und realitätsnahes digitales Abbild der Stadt. Er ist vertrauenswürdig, zuverlässig und kann zur Visualisierung, Auswertung und Simulation von städtischen Prozessen genutzt werden. Sie ermöglichen übertragbare Lösungen und Konzepte und fördern die digitale Souveränität einer Kommune.

ASN: Müllverbrennungsanlage
Flughafen: Energieversorgung
Flughafen: Virtueller Rundgang

Flughafen: Parkplatzmanagement
Flughafen: Konzernsteuerung

Geo: Geobasiszwilling
Stpl: Fachzwillinge

Digitaler Zwilling für die Müllverbrennung

Innovationssymposium
27.11.2025

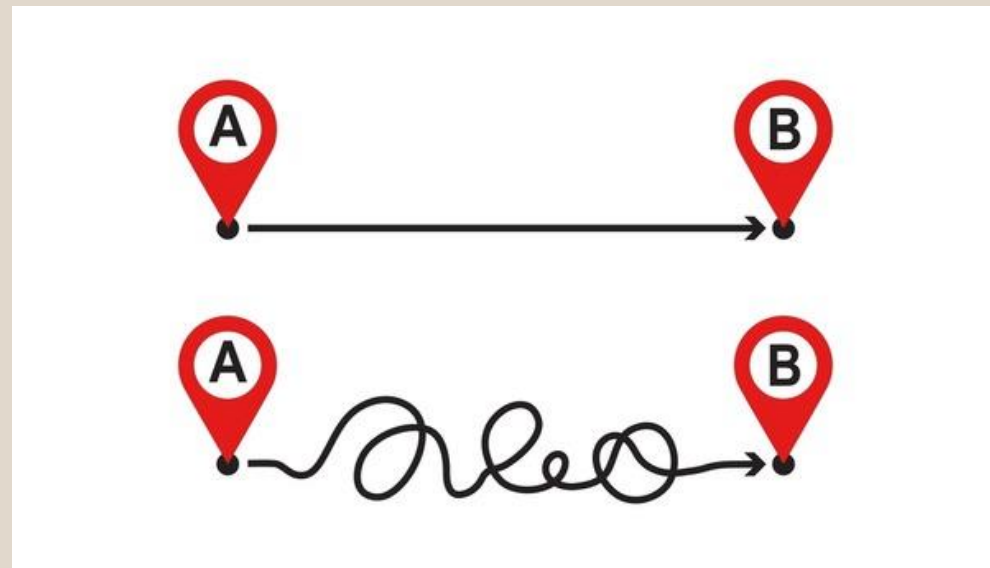
Da stellen wir uns mal ganz dumm...

- ne Müllverbrennung is en Dampfmaschin ...
- ... ist ein Kraftwerk – mit komischem Brennstoff, der keiner Normung unterliegt ...
- ... leider sehr unsponsan, träge und unflexibel ...
- ... auf kontinuierlichen Betrieb ausgerichtet ...
- ... technisch erstaunlich herausfordernd ...
- ... in Nürnberg: inzwischen 25 Jahre alt ...
- ... und seit 25 Jahren – zunehmend verstärkt – in Wartung, Umbau, Weiterentwicklung (Stichwort: BVT gem. BImSchV)



Viele Köche ...

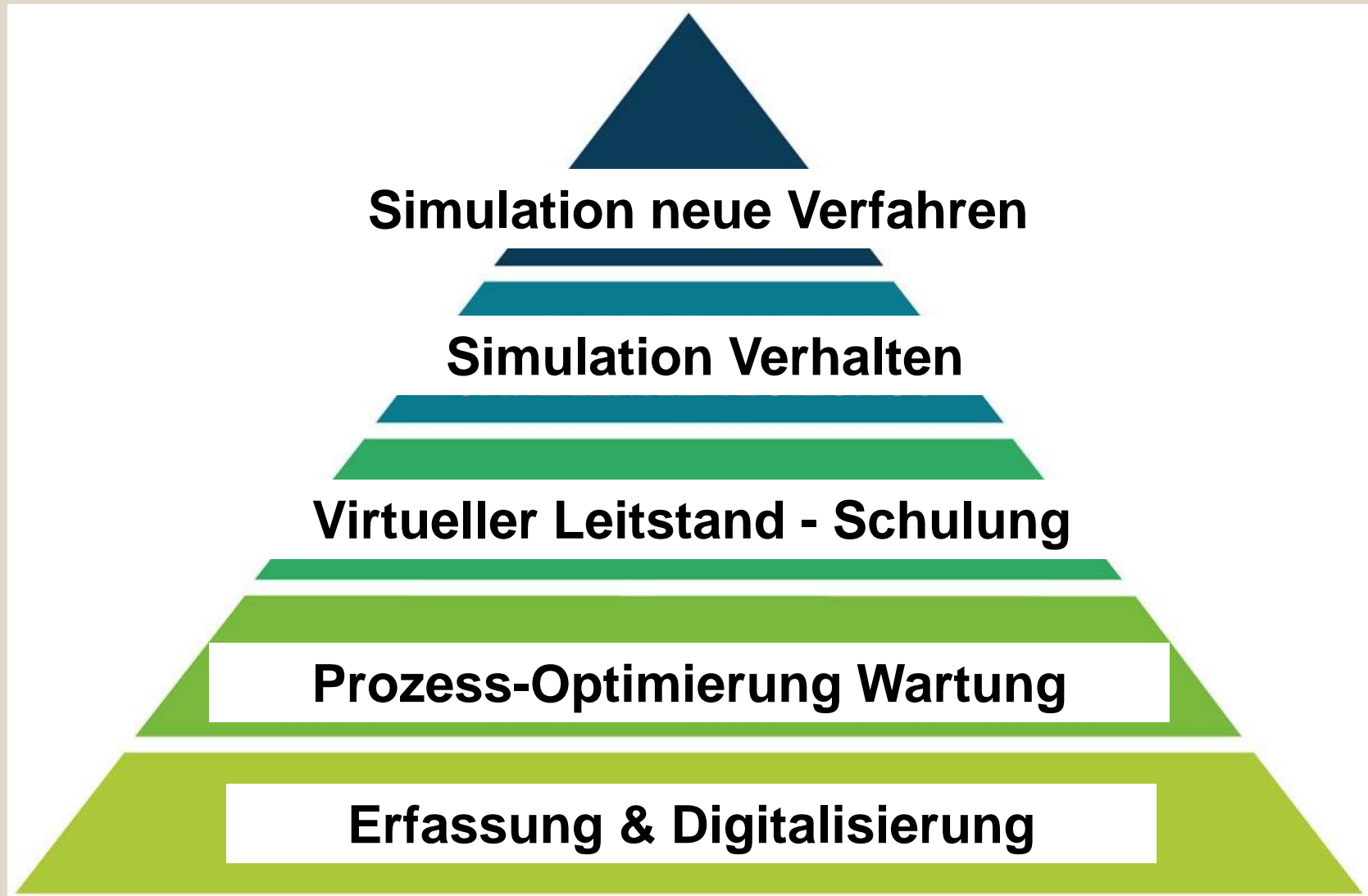
- Sorgen dafür, dass der Brei nicht anbrät, schmeckt und geschmeidig bleibt
- Aber: die Rezeptur ändert sich im Laufe der Zeit ein wenig
- Das Ur-Rezept besteht aus Papier: Handbücher und Pläne
- Hinzu kommen: Updates, .pdf, .dwg, weiteres Papier, Erfahrungswissen, ... , verschiedene Ordner (real & virtuell), ...



Das ASN Grundgesetz (Kreislaufwirtschaftsgesetz)

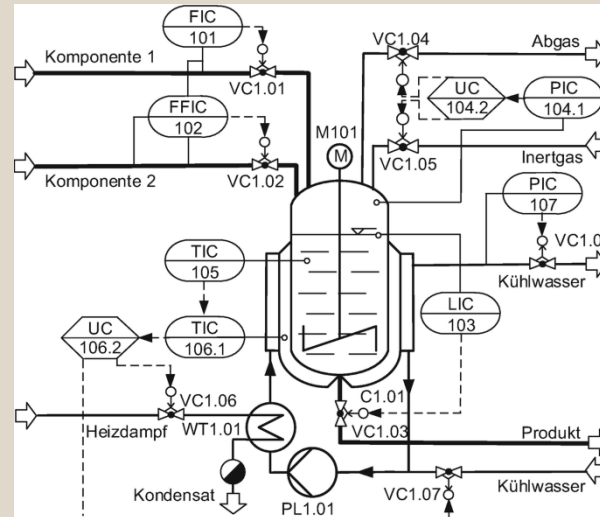
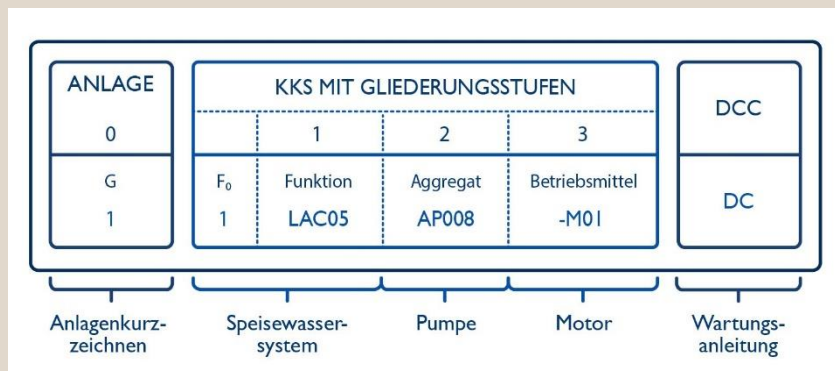


Das ASN-Ziel „virtueller Zwilling“



Erfassen & digitalisieren

- ALLES was da ist erfassen, digitalisieren und abgleichen
- EINEN aktuellen, verbindlichen Stand herstellen
- Von diesem aus wird dann weitermarschiert
- Parallel: physische Kennzeichnung und Bezeichnung der real vorhandenen Anlagenkomponenten abgleichen und erneuern
- KKS (KraftwerkKennzeichnungsSystem) und R&I-Fließbilder (Rohrleitungs- und Instrumenten) auf den aktuellen Stand bringen



Prozessoptimierung Wartung

- IST:
 - Wenn an einer Komponente gearbeitet wird muss diese „frei geschalten“ werden: kein Druck, Strom, Wasser, Säure, ...
 - Nach getaner Arbeit erfolgt die Inbetriebnahme
 - Bisher erfolgen Freischaltung und Inbetriebnahme über Wartungsbuch: Papier und Stift und Unterschrift
 - SOLL:
Digitalisierung des Wartungsprozesses, Auftragserteilung und Dokumentation über IT
- MIT**
- » Überführung neu eingebauter Aggregate ins Doku-System (samt ‚Anleitung‘)
 - » Erfahrungs-Sicherung
 - » evtl. KI-Einsatz (noch zielgerichteter vorbeugende Instandhaltung)

Virtueller Leitstand

- Ausbildung der Schichtmitarbeiter dauert mehrere Jahre
- Kraftwerker-Schule (extern)
- Ca. 2-3 Jahre „Lernen im Betrieb“ um Anlage bei ungewöhnlichen Ereignissen steuern zu können
- Mit Simulator wäre diese Phase (wahrscheinlich sehr) deutlich zu verkürzen
- Ziel:
Aufbau eines Leitstellen-Simulators.



Simulation „IST“

- ne Müllverbrennung is en Dampfmaschin ...
- Gebaut für kontinuierlichen Betrieb, träge im Verhalten, auf bestimmten Heizwert des Mülls ausgelegt.
- Was ist, wenn sich was ändert?
- Beispiel: N-Ergie benötigt mehr Dampf am Morgen und am Abend
- In gewissen Grenzen machbar – aber mit welcher Wirkung:
 - » Verbrauch Betriebsmittel?
 - » Verschleiß?
 - » Lebensdauer?
- Beispiel: Kalorik des Mülls sinkt

Simulation „SOLL“

- In Zukunft: neue Techniken werden verstärkt zum Einsatz kommen – mit welcher Folge & an welcher Stelle?
- In kleinerer Dimension (z.B. neue Feuerlöschtechnik) – Ersatz des „Ist“ durch Retro-Fit-Maßnahmen
- In mittlerer Dimension (z.B. KI detektiert den Müll im Schüttvorgang in den Bunker und berechnet Brennwert) – neue technische Möglichkeiten eröffnen Chancen
- In sehr großer Dimension (z.B. CCS-Verfahren) – völlige neue/ zusätzliche Verfahrenstechnik



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

ASN
Werkleitung
Am Pferdemarkt 27
90439 Nürnberg

Hans-Peter Kauppert
2. Werkleiter
+49 (0)9 11 / 2 31-40 20
hans-peter.kauppert@stadt.nuernberg.de

Roadmap zur Digitalisierung

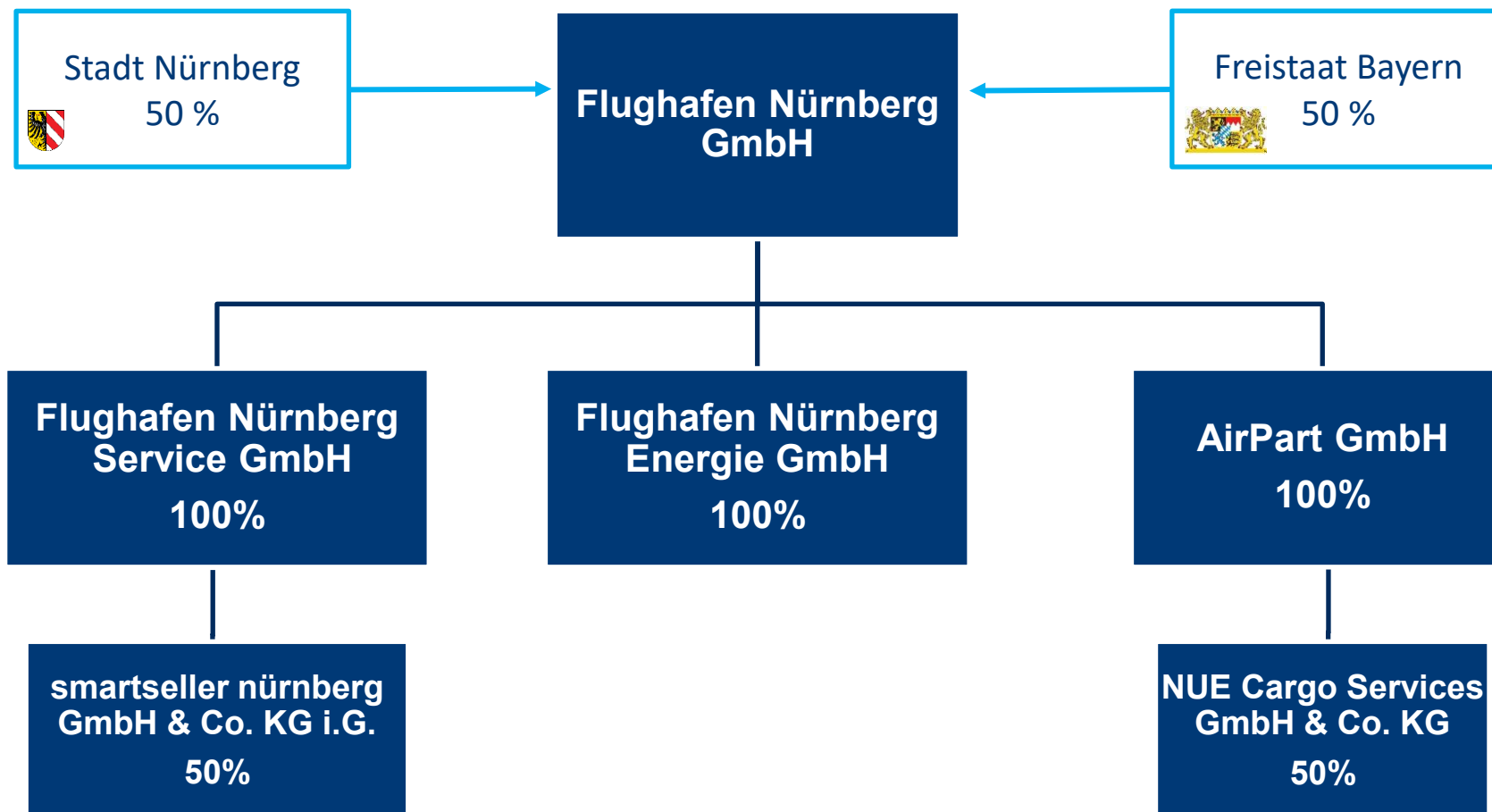
4 Beispiele

Klaus Dotzauer
CFO Flughafen Nürnberg GmbH



ENTSPANNT
ABHEBEN.

Flughafen Nürnberg GmbH - Beteiligungsverhältnisse



Agenda

1. **Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele**
2. Digitaler Vertrieb von Parkflächen
3. Integrierte, KI-unterstützte Konzernplanung
4. 3-D Terminalrundgang

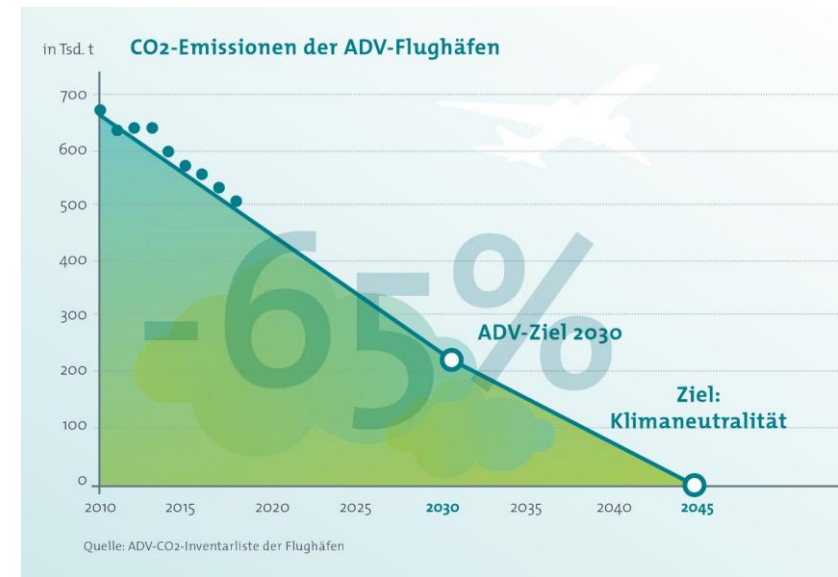
Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele

Beschluss ADV Präsidiums- und GF-Konferenz 2021

Die Flughäfen haben im September 2021 folgenden Beschluss gefasst:

- bis 2030 Reduktion des CO₂-Ausstosses um 65%
- bis 2045 klimaneutraler Flughafenbetrieb → sog. Fit for 55 Programm (nach Standards ACI-Airport Carbon Accreditation)

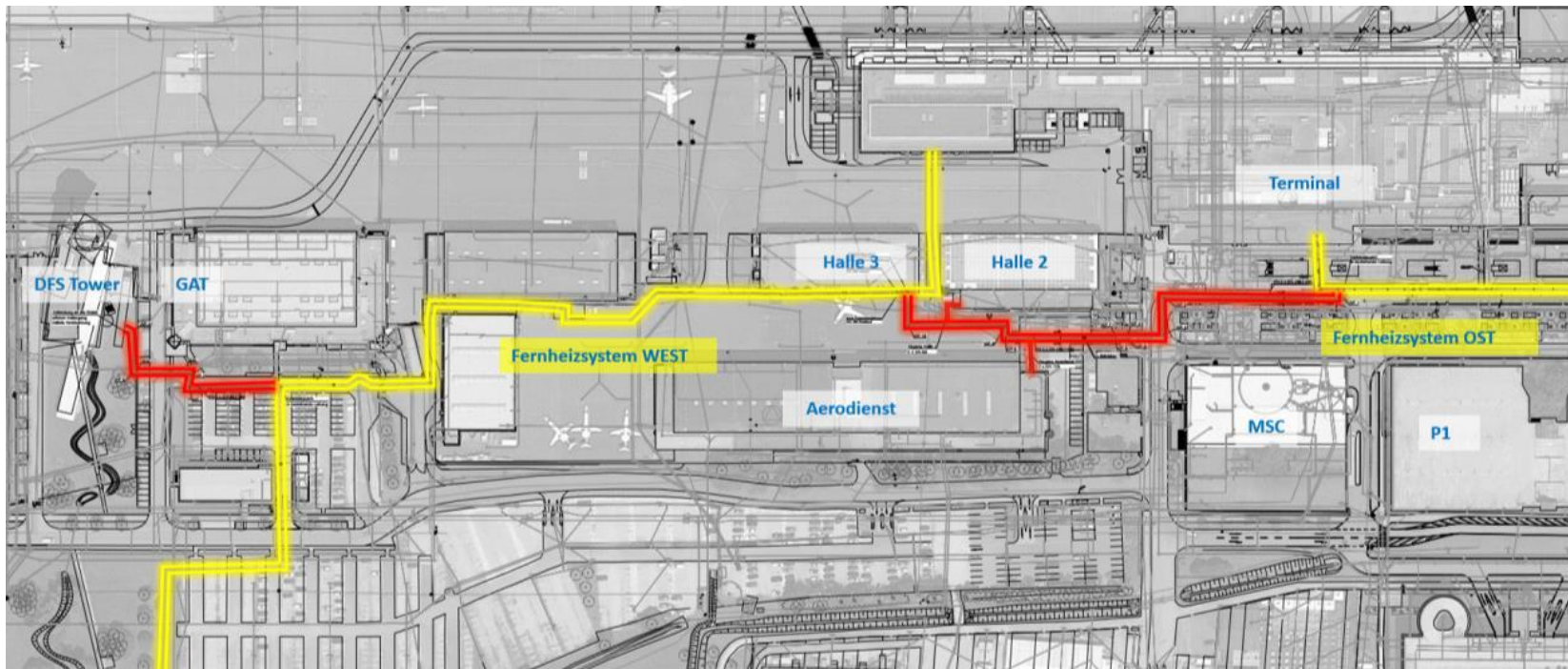
Die Betrachtung über alle Flughäfen zeigt: Diese Ziele sind erreichbar!



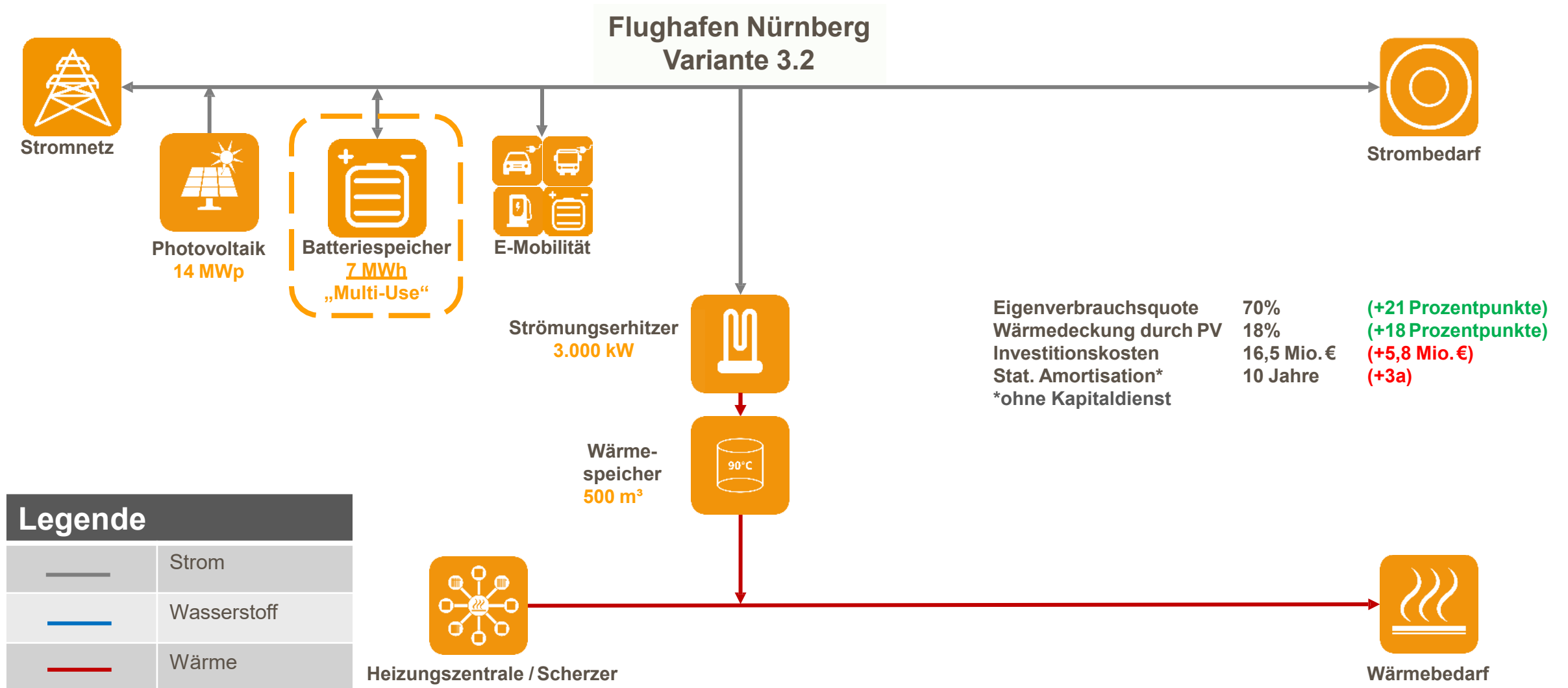
Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele - Ergebnis 2021

Verbindung Wärmenetze Ost- West

- Erhöhung des Wärmebezugs aus der Hackschnitzelheizung Scherzer
- Effekt: Einsparung etwa 50 % des heutigen Gasbezugs, Reduzierung der CO₂-Last um rd. 470 t/a.

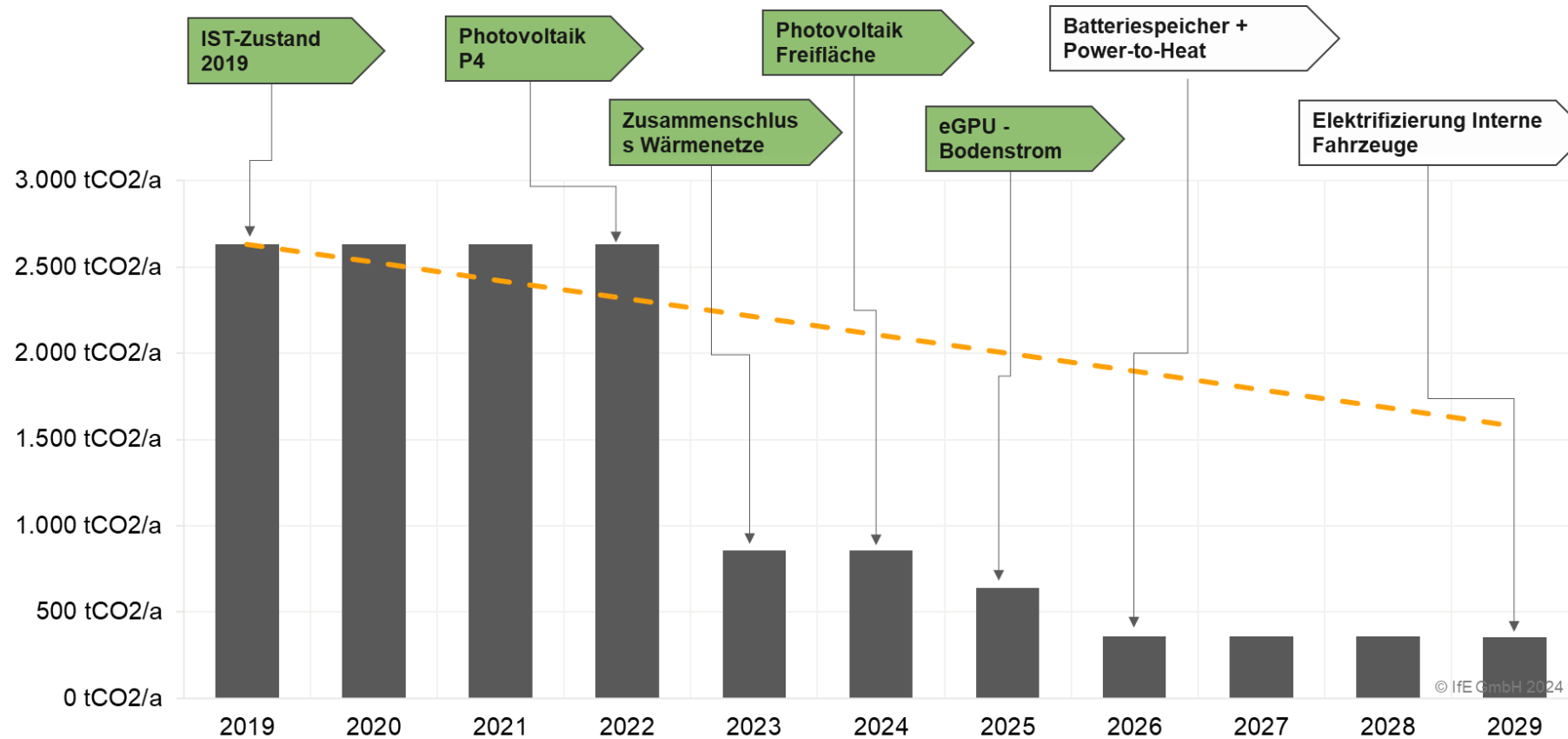


Digitaler Zwilling – Ergebnis Überarbeitung 2023



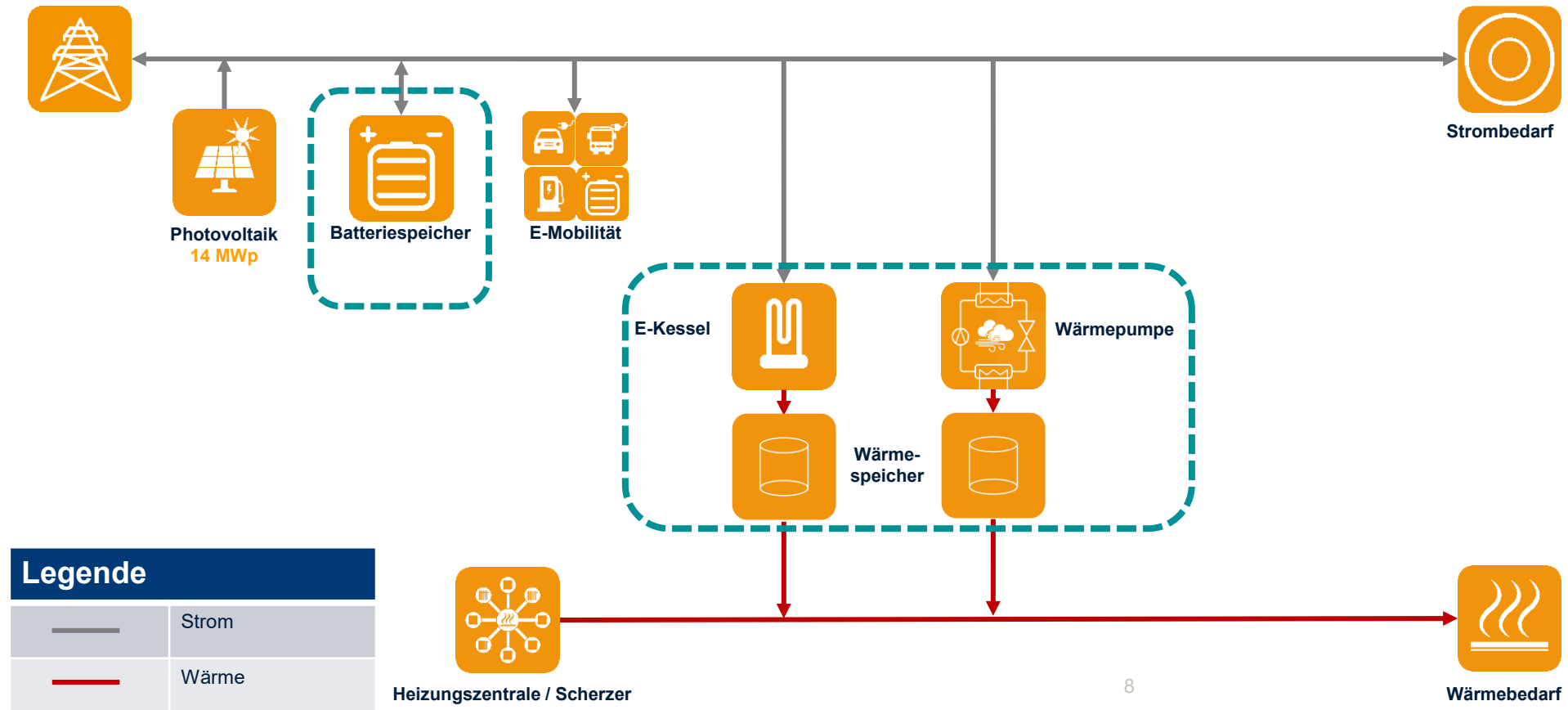
Digitaler Zwilling – Ergebnis Überarbeitung 2024

Roadmap des Transformationskonzeptes



Wo wollen wir hin?

Überarbeitung Roadmap 2025



PV- Freiflächenanlage Nord

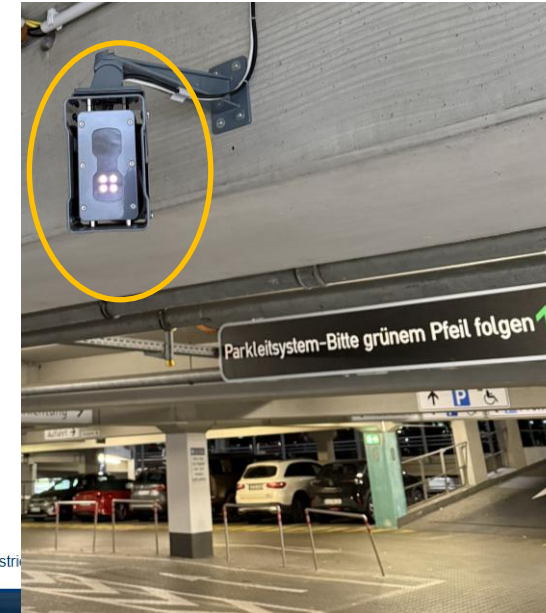


Agenda

1. Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele
- 2. Digitaler Vertrieb von Parkflächen**
3. Integrierte, KI-unterstützte Konzernplanung
4. 3-D Terminalrundgang

Digitaler Vertrieb von Parkflächen

- Über 80% der Kunden buchen online
- Sofortige Online-Bezahlung
- Ticketlose Ein-/Ausfahrt durch Kennzeichenerkennung
- Nachzahlung bei Parkdauerüberschreitung per Kennzeicheneingabe



Digitaler Vertrieb von Parkflächen

- Aufteilung der Stellplatzkapazitäten (Online, Schranke, Dauerparker)

Start Datum	Ende Datum	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sat	So
2020-01-01	2022-08-31	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500

- Ermittlung der Belegungszahlen (Auslastung in %)

Sonntag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
26	27	28	29	30	31	1
87% Min: 255 Max: 387	80% Min: 386 Max: 443	78% Min: 426 Max: 457	77% Min: 438 Max: 455	78% Min: 423 Max: 467	80% Min: 386 Max: 437	90% Min: 199 Max: 279
2	3	4	5	6	7	8
80% Min: 396 Max: 590	69% Min: 590 Max: 654	67% Min: 640 Max: 693	65% Min: 665 Max: 701	67% Min: 636 Max: 698	72% Min: 546 Max: 641	81% Min: 373 Max: 408
9	10	11	12	13	14	15
73% Min: 515 Max: 637	68% Min: 608 Max: 697	65% Min: 676 Max: 736	64% Min: 701 Max: 752	63% Min: 711 Max: 771	63% Min: 719 Max: 793	73% Min: 516 Max: 565
16	17	18	19	20	21	22
55% Min: 859 Max: 933	51% Min: 933 Max: 1016	47% Min: 1016 Max: 1047	46% Min: 1042 Max: 1088	45% Min: 1050 Max: 1093	43% Min: 1084 Max: 1128	59% Min: 783 Max: 859
23	24	25	26	27	28	29
40% Min: 1158 Max: 1251	1	2	3	4	5	6

Digitaler Vertrieb von Parkflächen

- Jahresplanung mit 5 unterschiedlichen Saisonzeiten und einem jeweiligen Basistarif
- Plan wird jährlich auf Basis der Erfahrungen aus den Vorjahren und dem aktuellen Ferienkalender angepasst

Januar 2026							Februar 2026							März 2026						
So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa
28	29	30	31	1	2	3	25	26	27	28	29	30	31	22	23	24	25	26	27	28
4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13	14	8	9	10	11	12	13	14
18	19	20	21	22	23	24	15	16	17	18	19	20	21	15	16	17	18	19	20	21
25	26	27	28	29	30	31	22	23	24	25	26	27	28	22	23	24	25	26	27	28
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	29	30	31	1	2	3	4

- Festlegung von 7 Auslastungsstufen
- Automatisierter Zuschlag auf Basistarif je nach erreichter Auslastungsstufe

Digitaler Vertrieb von Parkflächen

- Anzeige der Produkte mit freien Kapazitäten
- Tarifiermittlung auf Basis der ausgewählten Saisonzeit und der aktuellen Auslastung
- Anzeige der Ersparnis gegenüber Schrankentarif (ohne Buchung)

 ParkenPLUS	 Parkhaus 2	 Parkhaus 3
ParkenPLUS	P2 - Standard	P3 - Standard
<div>1 Min</div> <div> Fußweg</div>	<div>3 Min</div> <div> Fußweg</div>	<div>4 Min</div> <div> Fußweg</div>
<div>(Sonst 140,00 €)</div> <div>114,00 €</div> <div>19% sparen</div>	<div>(Sonst 106,00 €)</div> <div>88,00 €</div> <div>17% sparen</div>	<div>(Sonst 97,00 €)</div> <div>79,00 €</div> <div>19% sparen</div>
Buchen	Buchen	Buchen

Agenda

1. Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele
2. Digitaler Vertrieb von Parkflächen
- 3. Integrierte, KI-unterstützte Konzernplanung**
4. 3-D Terminalrundgang

Integrierte KI-unterstützte Konzernplanung

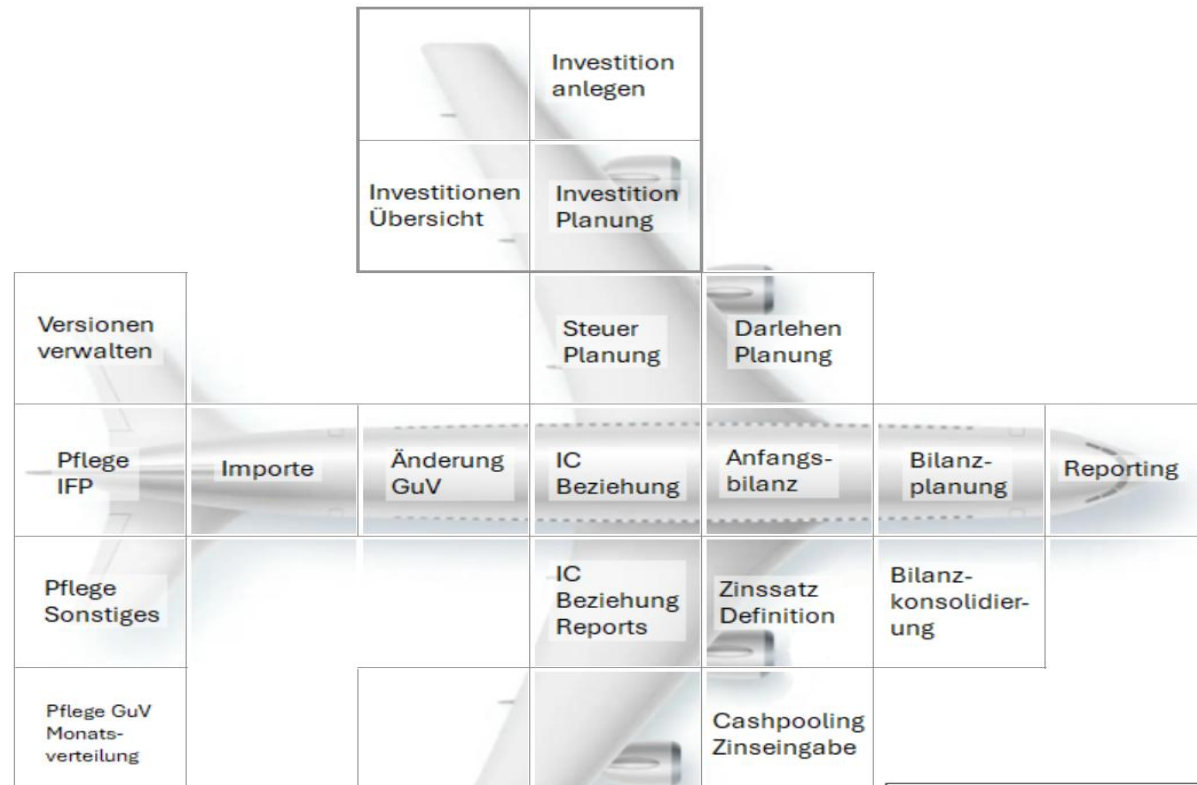
Einführung eines Tools zur 10 Jahres Finanzplanung

UNIT4 FP&A

Start (One Client) ×

ALBRECHT DÜRER
AIRPORT NÜRNBERG

Integrierte Finanzplanung



Integrierte KI-unterstützte Konzernplanung

UNIT4 FP&A

Start (One Client) x

ALBRECHT DÜRER
AIRPORT NÜRNBERG

Integrierte Finanzplanung



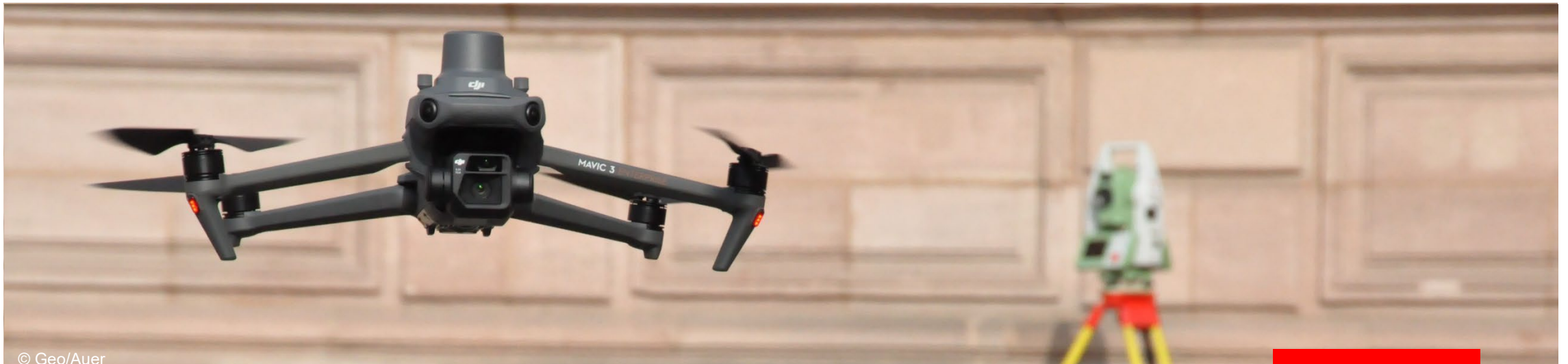
Agenda

1. Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele
2. Digitaler Vertrieb von Parkflächen
3. Integrierte, KI-unterstützte Konzernplanung
4. **3-D Terminalrundgang**

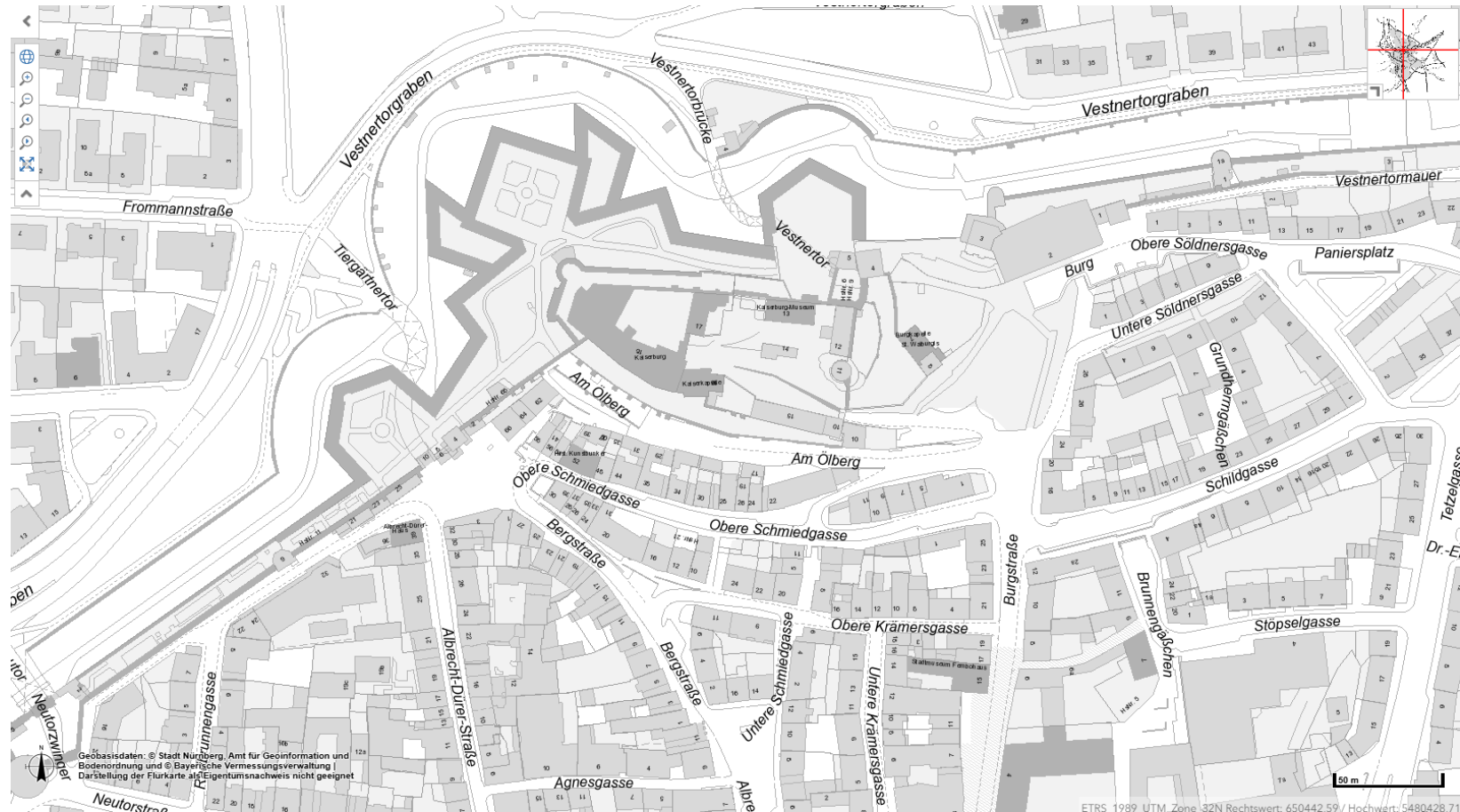
Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

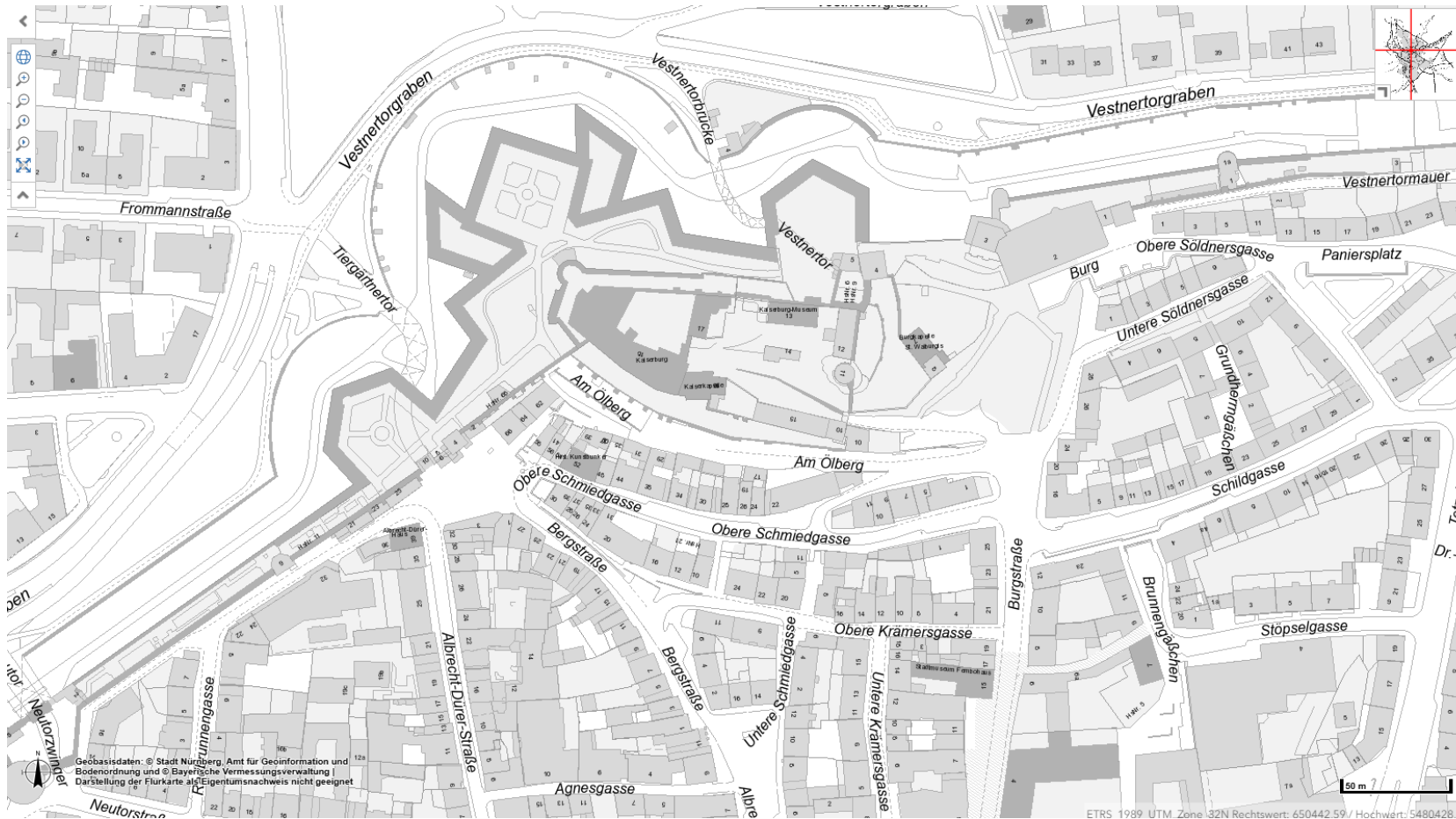
Amt für Geoinformation und Bodenordnung

3. Innovationssymposium 2025 - Session „Digitaler Zwilling“



Geodaten-Service – ein Urbaner Digitaler Zwilling





© Stadt Nürnberg, Geo

Die Welt ist nicht flach

Die Welt ist nicht grau



Die Welt ist 3D

Die Welt ist farbig

Fotorealistisches
3D-Stadtmodell

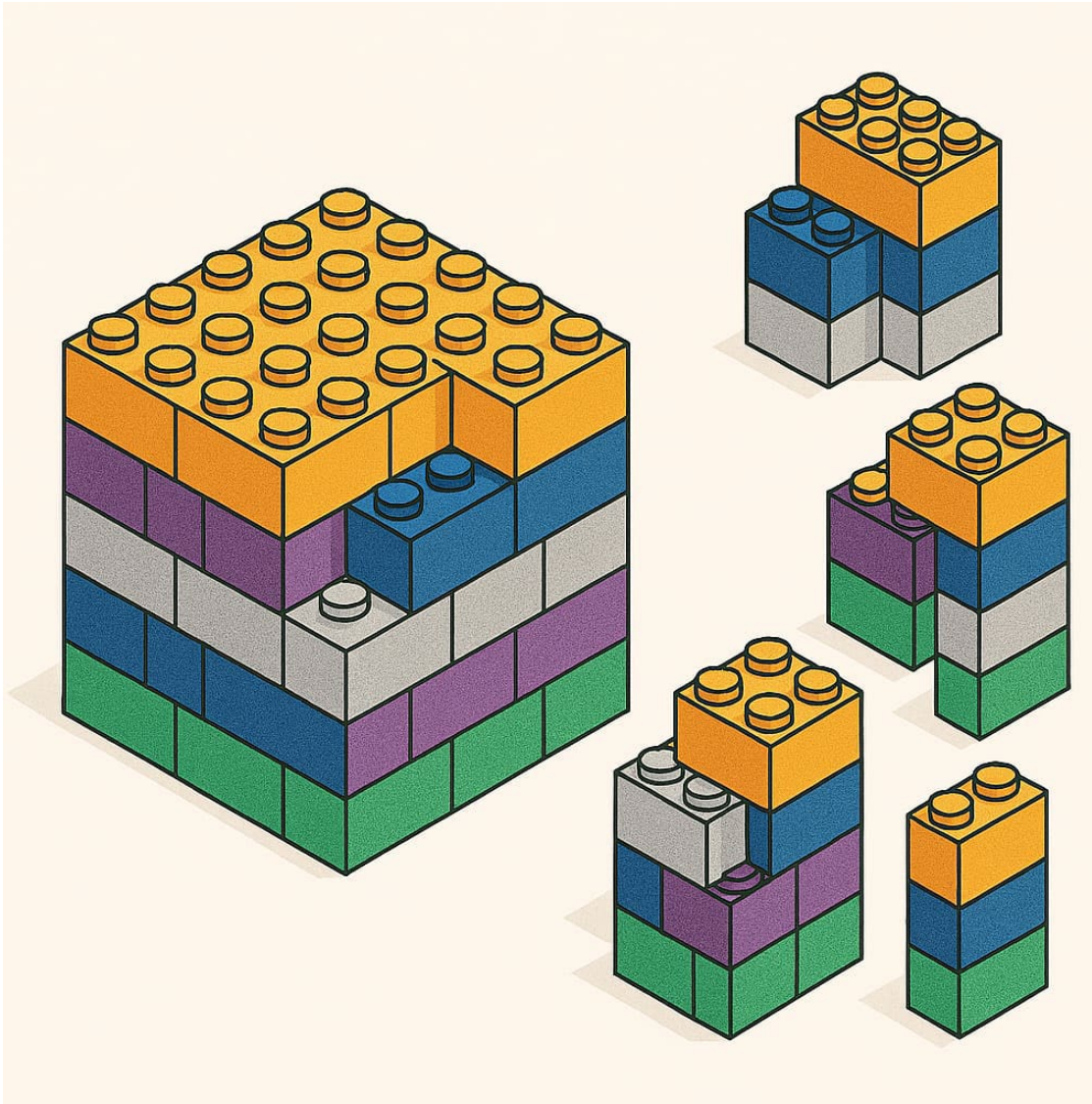


© KI generiert

◀ individuelle
Anwendungsfälle

individuelle
3D-Stadtmodelle

Semantisches
3D-Stadtmodell



-  Geobasisdaten
-  Simulieren
-  Visualisieren
-  Geofachdaten
-  Analysieren

◀ unterschiedliche Bausteine, die individuell miteinander kombinierbar sind

Fachzwillinge

Grundlage:
Geobasiszwilling

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Amt für Geoinformation und Bodenordnung

Bauhof 5
90402 Nürnberg

Michael Pospiech
Bereichsleiter Geodatenmanagement
+49 (0)9 11 / 2 31-4420
michael.pospiech@stadt.nuernberg.de
<http://www.geoinformation.nuernberg.de>

Digitale Urbane Zwillinge

Anwendungsmöglichkeiten für die Stadtplanung der Zukunft



Definition & Merkmale

- Konzeption als Ressourcenwürfel/Baukastensystem digitaler Daten mit offenen Schnittstellen (> **Interoperabilität und Aufbrechen von "amtsinternen Datensilos"**)
- Verknüpfung von Geodaten, Fachinformationen und Echtzeitdaten (**Raum- & Zeitbezug**)
- Ermöglicht dynamische **Analysen & Simulationen**

Statt „dem einen“ Urbanen Zwilling > **Fachzwillinge & Zwillingsanwendungen** je nach Anforderung

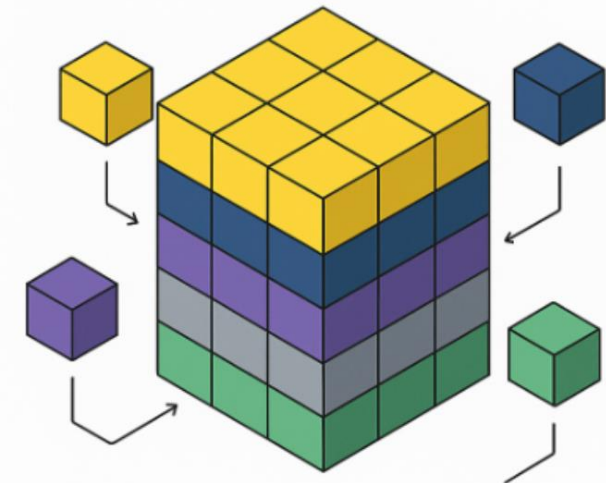
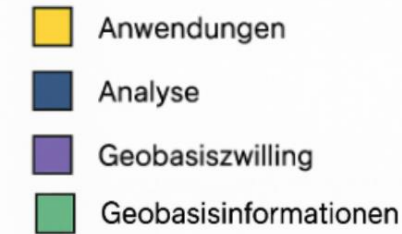
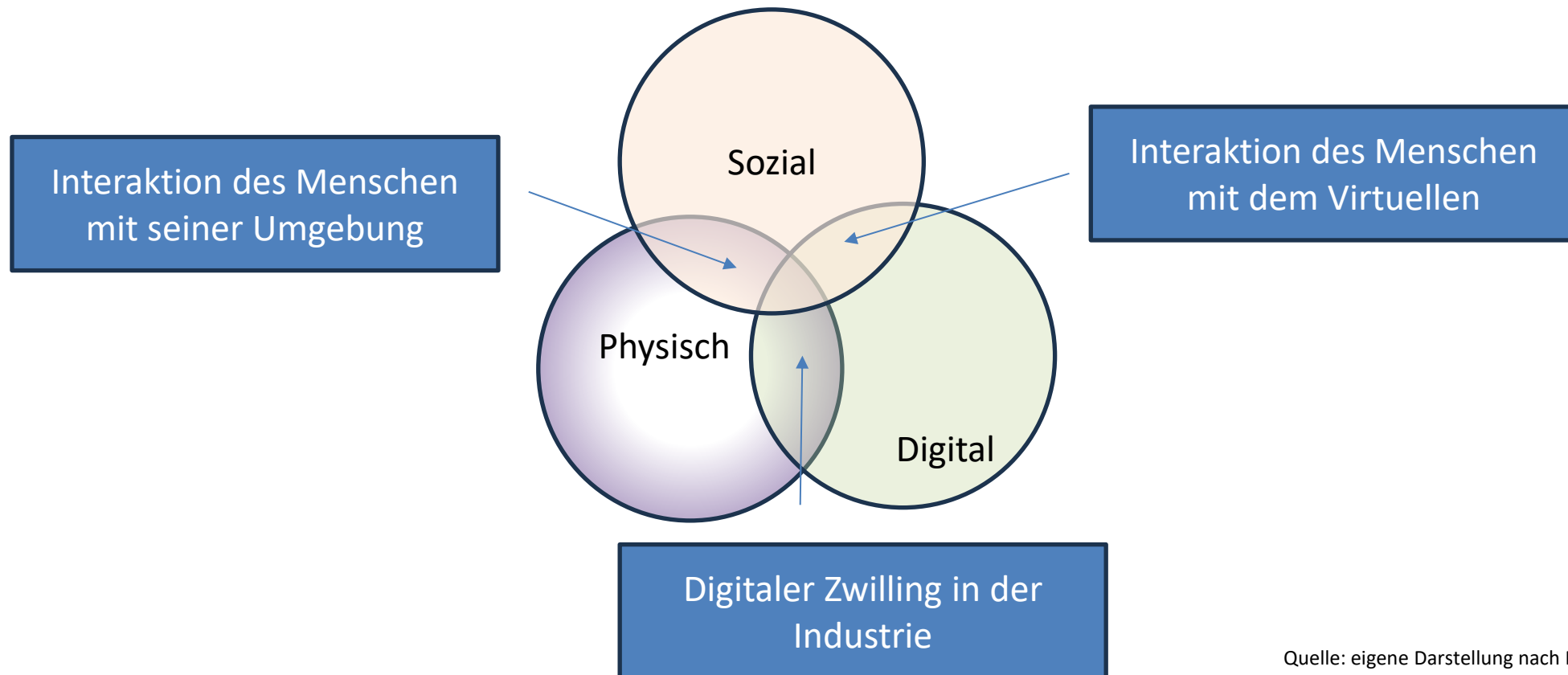


Abb. Eigene KI-Darstellung

Aspekte des Digitalen Zwillings

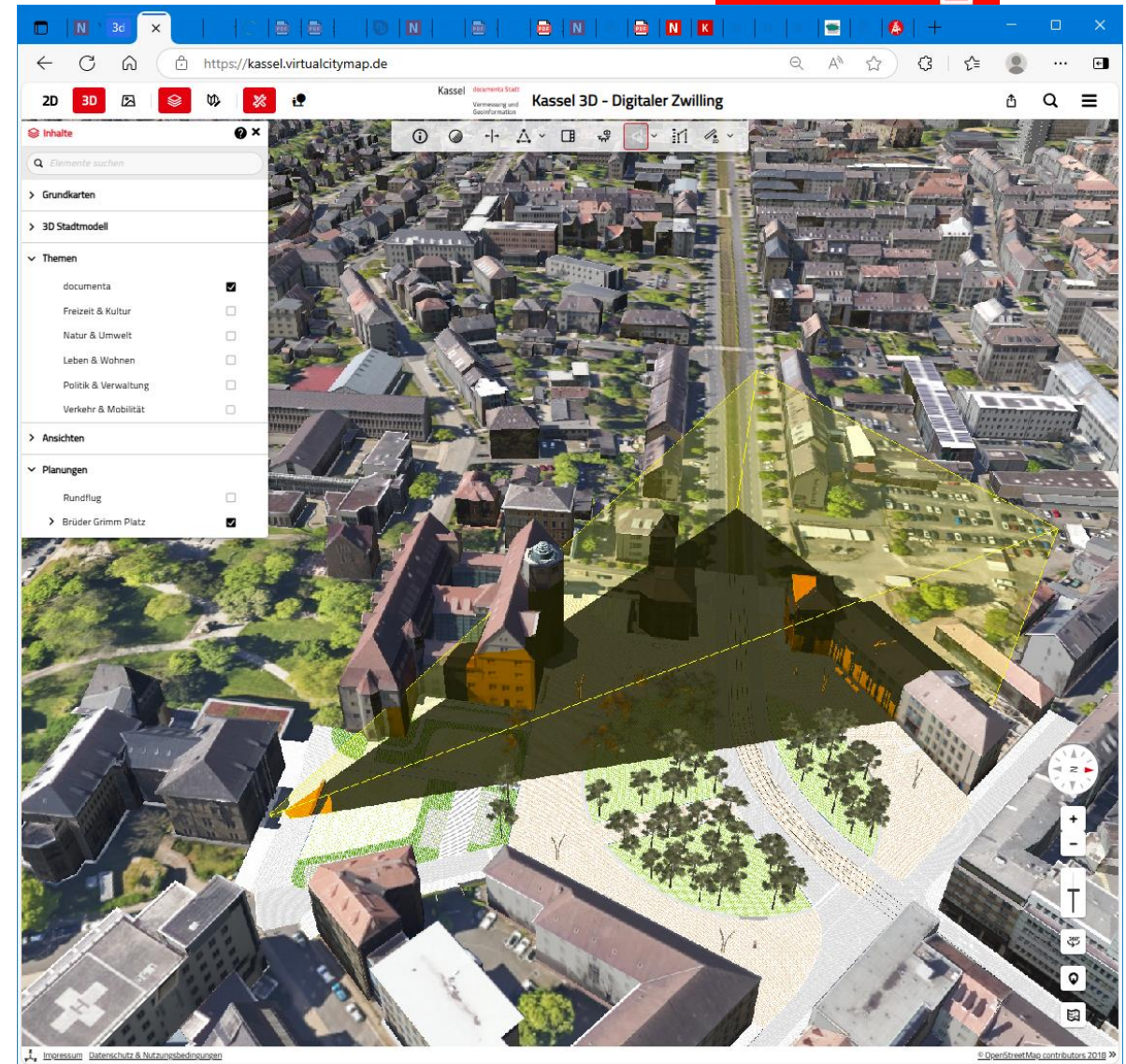


Quelle: eigene Darstellung nach Fraunhofer

Use Cases für die Stadtplanung

Wissensgenerierung & Faktengestütztes Entscheiden (Reifegrade 1 und 2)

- Planungssimulationen durch veränderte Sichtachsen
- Variantenvergleiche zwischen Entwürfen zum Beispiel in Öffentlichkeitsbeteiligungen
- Visualisierung von planungsrechtlichen Festsetzungen
- Abb. Planungssimulation und Sichtachsendarstellung in Kassel



Use Cases verschiedener Reifegrade

Gesteuerte Umsetzung

Anpassungen von Gebäudestellungen
basierend auf dem geringsten Einfluss auf
Kaltluftschneisen

Festsetzung von Fassadenbegrünungen
Basierend auf dem Einfluss Mikro-Klima

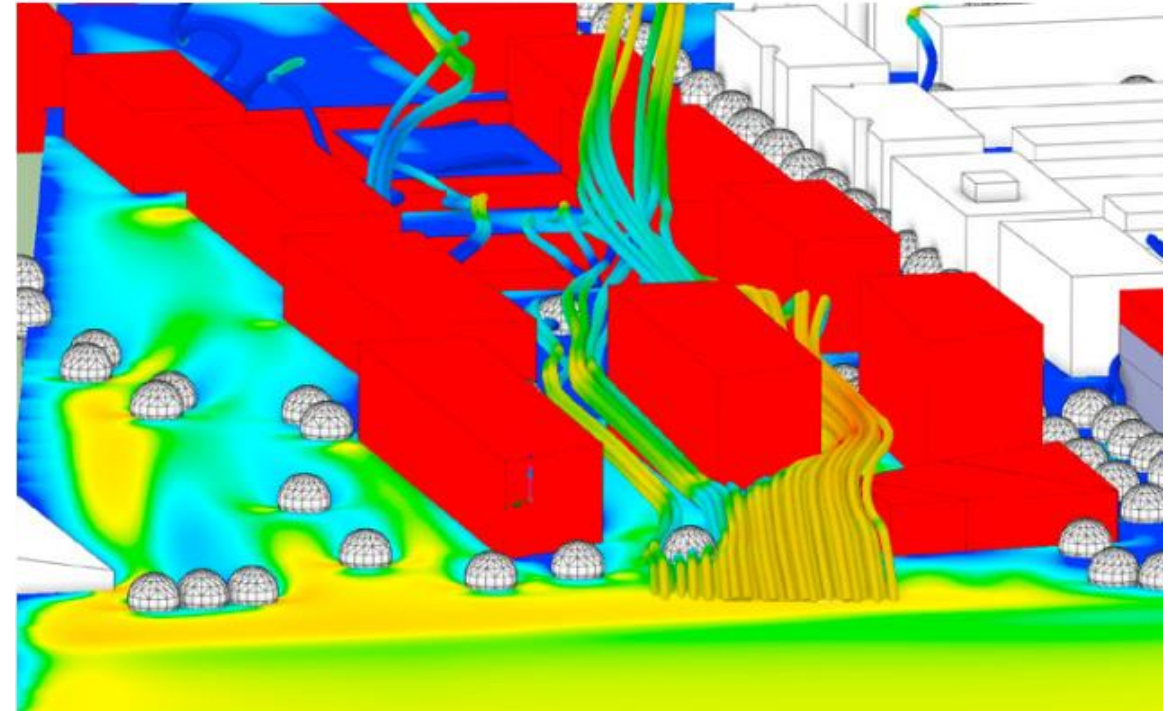
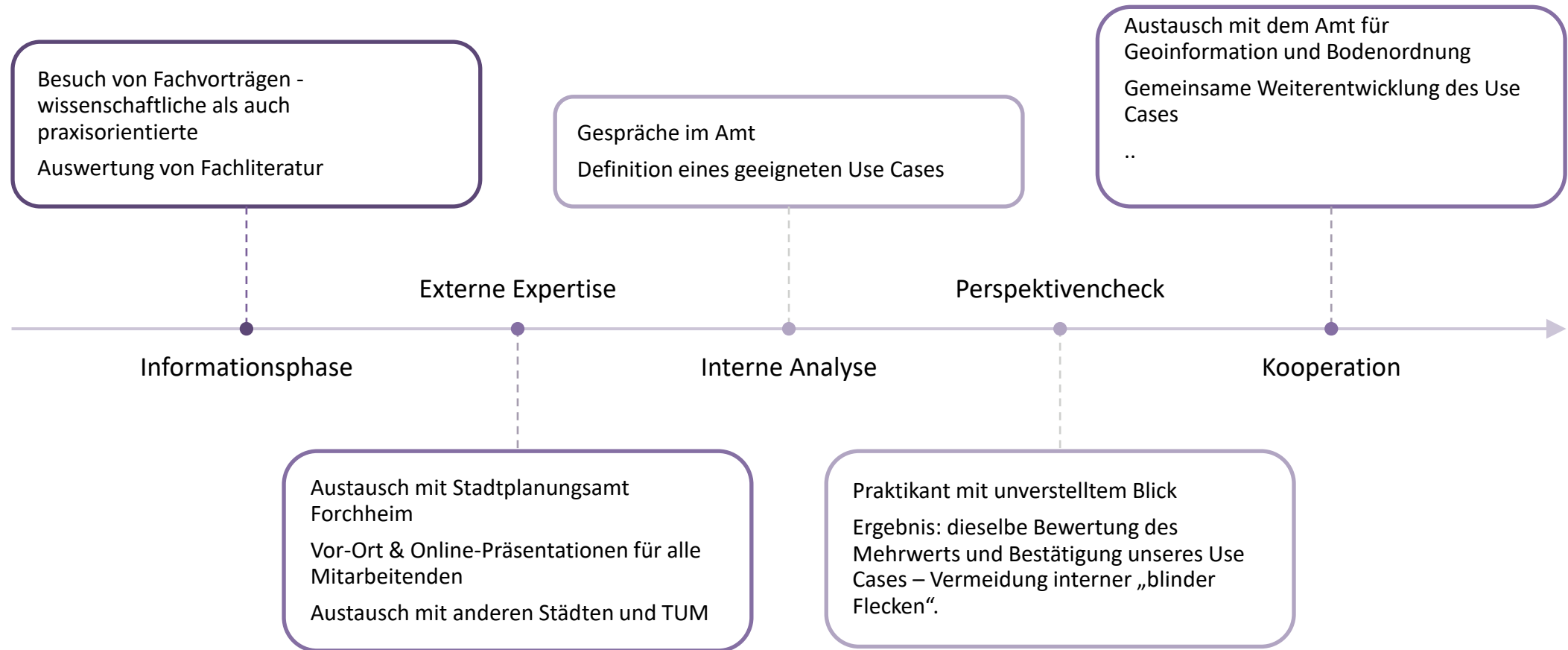


Abb. Simulation des Bodennahen Windfelds in Bremen

Im Digitalen Zwilling analysierte Szenarien liefern die Handlungsgrundlage für die Umsetzung der Maßnahmen

Entwicklungsprozess beim Stadtplanungsamt



Mehrwert



Effizientere Planung

Schnellere Erstellung und Prüfung von Planungsvarianten

Vergleich verschiedener Szenarien in Echtzeit



Bessere Kommunikation & Vermittlung

Anschauliche Visualisierung für Bürger:innen, Politik und interne Gremien

Erleichtert Entscheidungsfindung und Partizipation



Fundierte Entscheidungsgrundlagen

Integration verschiedener Datenquellen (Geodaten, Infrastruktur, Umwelt)

Unterstützung datenbasierter Entscheidungen



Innovationsförderung & strategischer Vorteil

Frühzeitige Identifikation von Potenzialen und Konflikten

Steigerung der internen Expertise und Sichtbarkeit moderner Stadtplanung



Minimierung interner „blinder Flecken“

Unabhängige Perspektiven
Sicherstellung ganzheitlicher Planungsansätze

Hindernisse



Daten & Technik

Verfügbarkeit, Qualität und Standardisierung von Geodaten

Technische Komplexität und Integrationsaufwand



Organisation & Zusammenarbeit

Interne Abstimmung zwischen Ämtern und Fachbereichen
Unterschiedliche Erwartungen und Prioritäten der Beteiligten



Know-how & Ressourcen

Fachliche Expertise
Zeitliche und organisatorische Kapazitäten



Akzeptanz & Kommunikation

Mitarbeitende müssen neue Arbeitsweisen verstehen und mittragen

Partizipation von externen Akteuren (Bürger:innen, Politik)



Rechtliche & Datenschutz-Aspekte

Umgang mit sensiblen Daten
Einhaltung gesetzlicher Vorgaben

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

