Entscheiden, bevor die ~~Daten~~ Details da sind

KI in der frühen Planungsphase

Dr.-Ing. Bernd Petraus · TMM Group

Industrietag Rems-Murr 2026 · KI in Bau und Gebäudebetrieb · Forum 1
Kernen im Remstal · 10. November 2026 · 17:30 Uhr

TMM Gruppe (TMM AG)

~ 170
Mitarbeiter

> 500 Mio./a
Bauvolumen

> 1.200
Projekte seit 2000

5.000–200.000
m² Projektgröße










TMM AG 5 Standorte
DBI AG 2 Standorte · ca. 20 Mitarbeiter

Worum es heute geht; und worum nicht

SUPERHILFREICH; ABER HEUTE NICHT IM FOKUS

- **Recherche**
- **Wissen & Normen**
- **Daten-aufbereitung**
- **Kommunikation & Mails**
- **Berichte lesen & schreiben**
- **Protokolle**

Der Effekt im Alltag ist enorm; den spürt jede:r schon.

HEUTE IM FOKUS: WIE SICH PLANUNG ÄNDERN KÖNNTE

Entscheiden, bevor die Daten da sind
Die frühe Phase als größter Hebel

Information vor Geometrie
Was KI mit BIM Modellen kann; und was nicht

Viele kleine Helfer statt einer allwissenden KI
Digitale Werkzeuge: zurück zu den Ursprüngen

Plattform: Datenfluss statt Datensee
Apps, Menschen und KI auf einem nachvollziehbaren Pfad

Auswirkungen auf Prozesse und Organisation
Früh sauber arbeiten, später Phasen verkürzen

Agenda

1 **KI: kurz und ehrlich**
Was Sprachmodelle können, wo sie haken und wie man ihnen den richtigen Kontext gibt

2 **Information vor Geometrie**
Warum wir Geometrie so lange wie möglich weglassen

3 **Digitale Werkzeuge**
Excel, BIM; und jetzt viele kleine Helfer mit KI

4 **Plattform**
Datenfluss statt Datensee: viele kleine Werkzeuge, ein gemeinsamer Fluss

5 **Prozesse**
Wie sich Planung verändern wird

6 **Organisation**
Was sich in einem Planungsbüro verändert

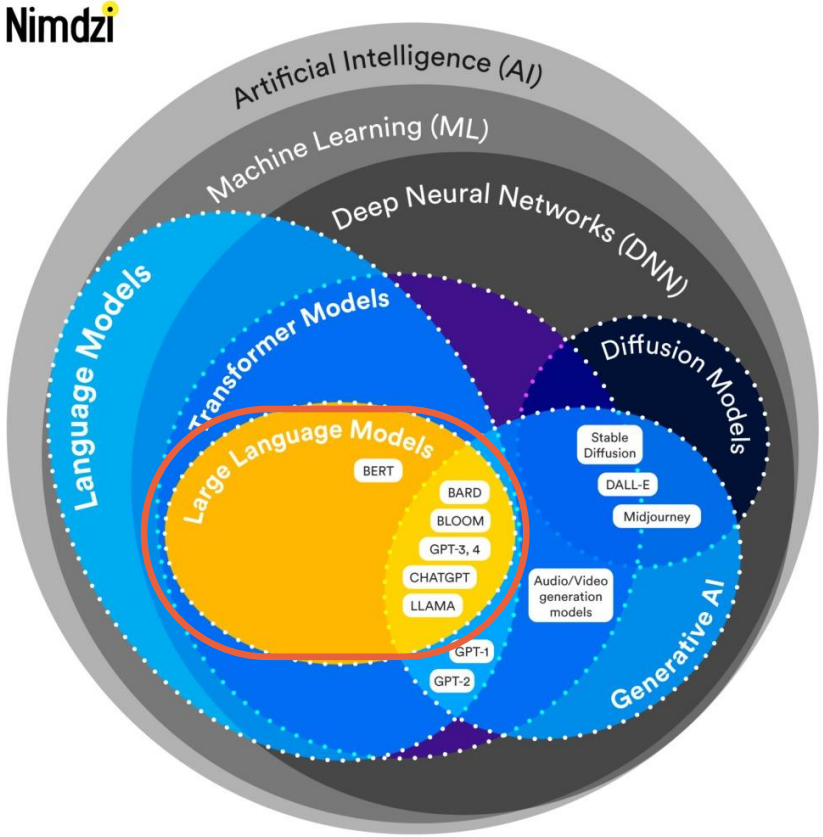
7 **Beispiel: Energiesystemvarianten**
Wie es heute schon laufen kann; mit berta & rudi

8 **Fazit und Ausblick**
Wie der Arbeitsalltag mit KI aussehen wird; und welche Fragen offen sind

Tut mir leid: Eine kurze Einführung in KI

KI ist mehr als ChatGPT – und ihre Schwächen brauchen wir für den Rest des Vortrags.

Ein großes Feld – und ein kleiner Fokus



„KI“ ist ein riesiges Feld.

Unsere Wahrnehmung konzentriert sich gerade auf einen kleinen Ausschnitt: die großen Sprachmodelle (LLMs).

UND LLMs SIND VIELLEICHT EINE SACKGASSE

Richard Sutton (Turing-Award 2024): LLMs seien eine Sackgasse – ihnen fehlten ein Ziel und das Lernen aus eigener Erfahrung.

Yann LeCun (Turing-Award 2018): „We are not going to get to human-level AI just by scaling LLMs.“ Er arbeitet seit Ende 2025 außerhalb von Meta an „World Models“.

Grafik: Nimdzi · Sutton im Dwarkesh-Podcast (2025)

Was KI in der Planung verschiebt; und wo sie hakt

WIRKUNG AUF DIE PLANUNG

Im Alltag (Mails, Texte, Recherche) ist der Effekt enorm. Hier geht es um die Planung.

Unvollständiges wird nutzbar
Pläne, Protokolle, Datenblätter ohne Schema auswerten

Schnittstellen werden durchlässig
Daten wandern zwischen Formaten und Gewerken

Werkzeuge baut man selbst
Fachleute bauen kleine Helfer für konkrete Fragen

Planung wird laufend
Ein gemeinsamer Arbeitsstand statt Dokumente zum Stichtag

SCHWÄCHEN → DER SCHWERPUNKT HEUTE

Black Box

Niemand kann nachvollziehen, wie ein Ergebnis entsteht. Die Erklärung ist nicht der Rechenweg.
→ **Nachvollziehbarkeit**

Halluzinieren

Plausibel ist nicht richtig: Lücken werden mit Wahrscheinlichem gefüllt, und zwar äußerst selbstsicher.
→ **Präzision**

Vergessen

Kein Projektgedächtnis, nur ein Kontextfenster. Was nicht drinsteht, existiert nicht.
→ **Steuerbarkeit**

Nicht reproduzierbar

Gleiche Frage, andere Zahl. Für Investitionsentscheidungen ein Problem.

→ **Reproduzierbarkeit**

Die Black Box

Ein Sprachmodell ist ein riesiges Netz aus Gewichten.

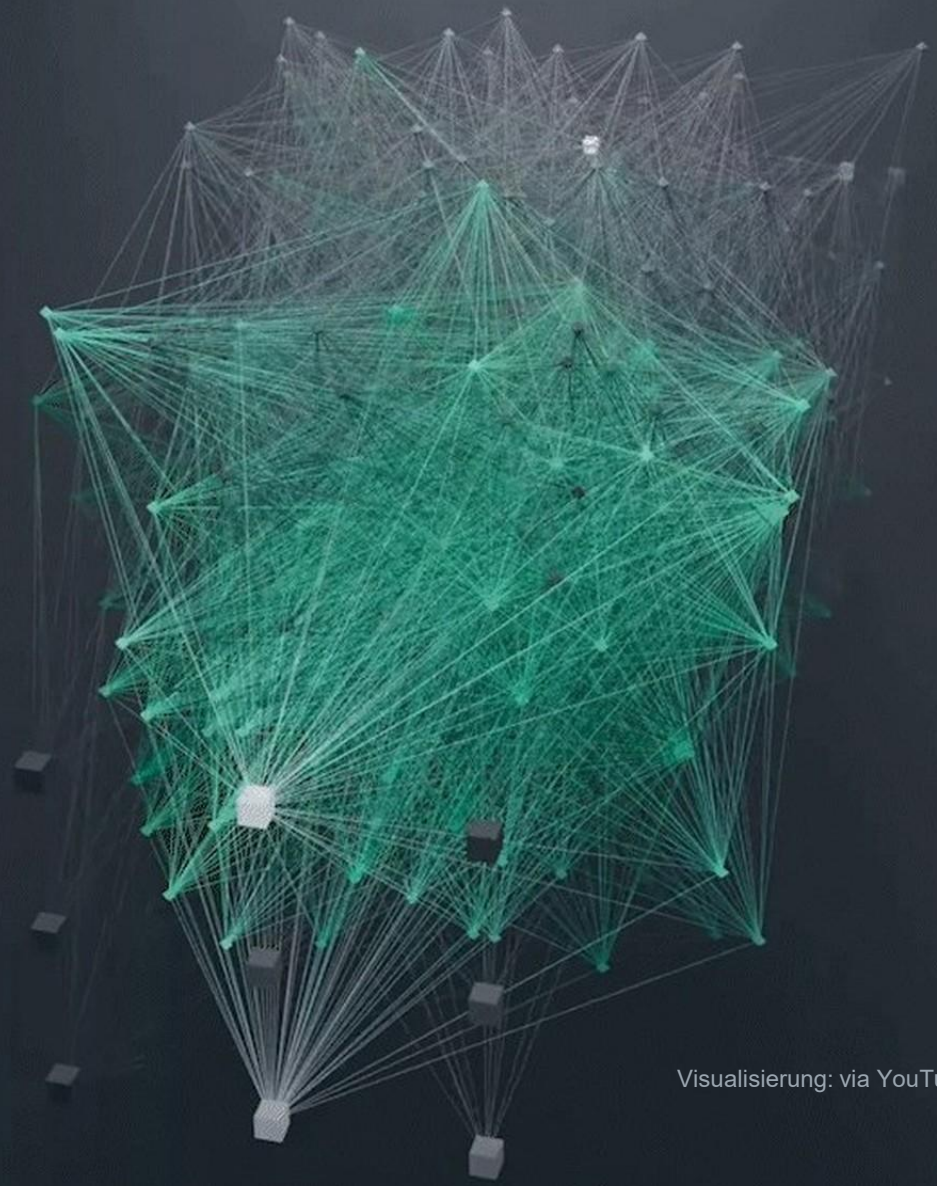
175 Mrd.

Gewichte hatte schon GPT-3 (2020); heutige Modelle haben eher mehr (~ 5 Bio.)

≈ 350 Mrd.

Rechenoperationen für jedes einzelne erzeugte Textstück

Jeder Schritt für sich ist simpel. In der Summe kann niemand nachvollziehen, was genau passiert.



Visualisierung: via YouTube, CC BY-SA 4.0

Weiche Rechnung, harte Erklärung

WEICH: WAS IM MODELL PASSIERT

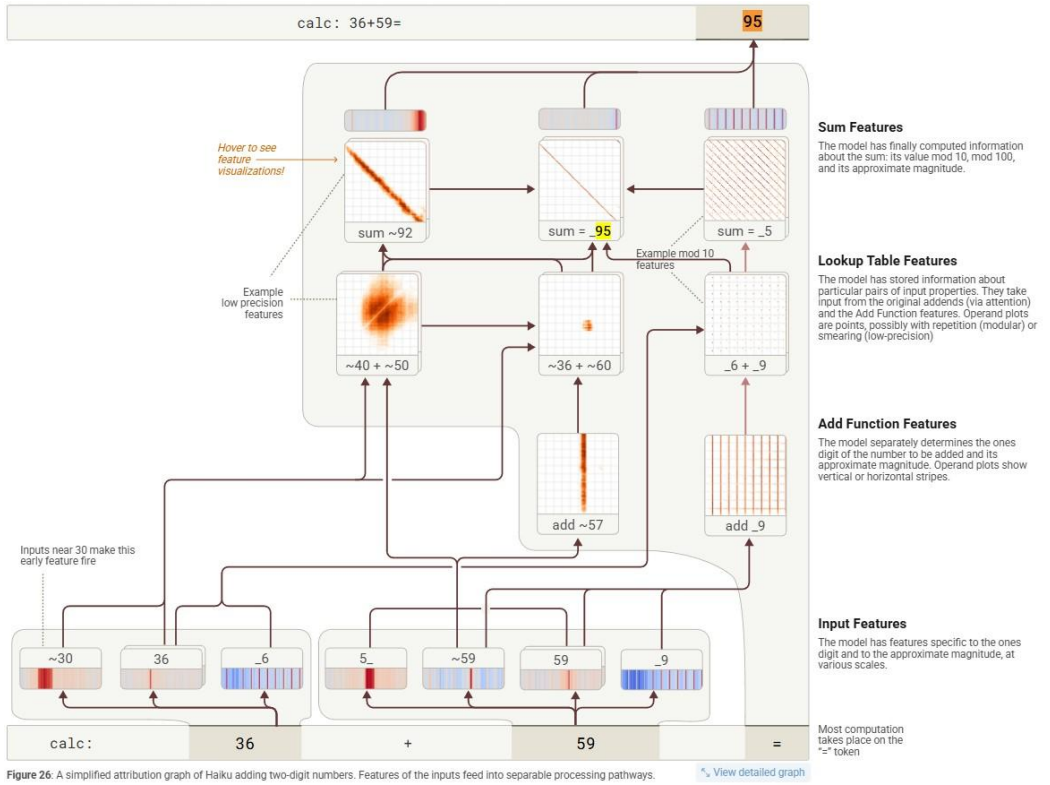


Figure 26: A simplified attribution graph of Haiku adding two-digit numbers. Features of the inputs feed into separable processing pathways.

HART: WAS DAS MODELL ERZÄHLT

We were curious if Claude could articulate the heuristics that it is using, so we asked it.[18]

```
Human: Answer in one word. What is 36+59?

Assistant: 95

Human: Briefly, how did you get that?

Assistant: I added the ones (6+9=15), carried the 1, then added the tens (3+5+1=9),
resulting in 95.
```

Apparently not!

„Apparently not!“

Intern: Näherungen („~36 + ~60 ≈ 92“) plus ein exakter Pfad für die letzte Ziffer („6 + 9 → …5“). Gefragt erzählt das Modell den Schulbuch-Rechenweg; den es nie gegangen ist.

Lindsey et al. (2025): On the Biology of a Large Language Model (Anthropic)

Gedächtnis und Beeinflussbarkeit

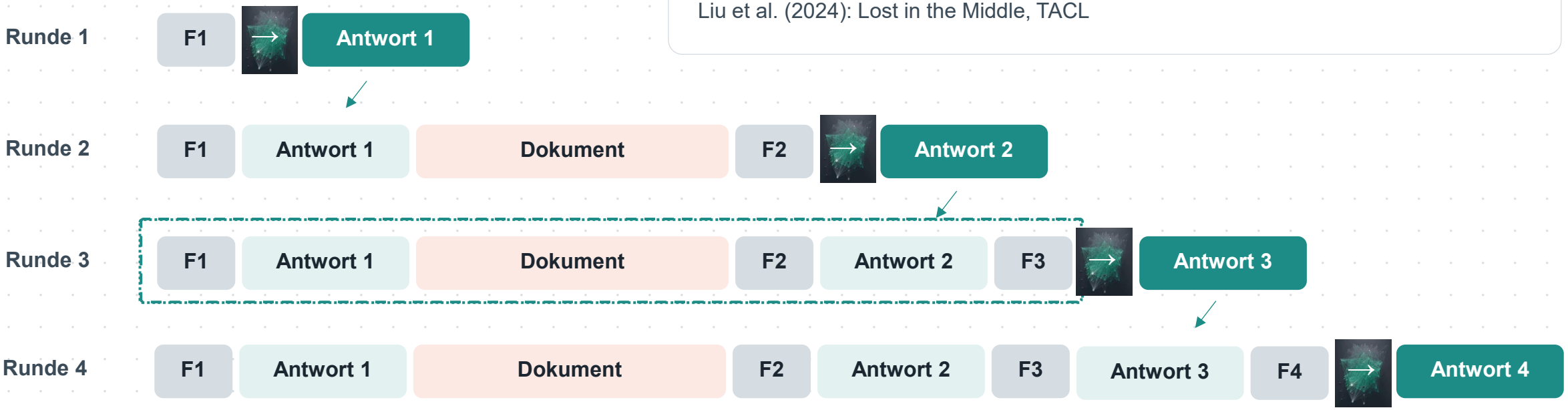
Kontextfenster ≈ 1 Mio. Token

≈ eine Bibel (≈ 780.000 Wörter)

Halluzinieren und „Vergessen“

Lange Dialoge werden abgeschnitten oder komprimiert. Was mitten in langen Kontexten steht, nutzt das Modell schlechter als Anfang und Ende.

Liu et al. (2024): Lost in the Middle, TACL



Irgendwas passiert dann: Abgeschnitten, komprimiert etc.

Dem LLM in jedem Moment alles geben, was es braucht

VIELE NAMEN | System-Prompts | RAG | Harness Engineering | Context Engineering | Human in the Loop = **im Kern: Kontext bereitstellen**



EINFACH ZU ERKLÄREN

Gib dem LLM zu jeder Zeit alles, was es in diesem Moment braucht (manuell oder automatisch).
Es selbst hat kein Gedächtnis.

SCHWER UMZUSETZEN

Man muss sehr genau verstehen, was man da tut. **Nicht nur das LLM/ System, sondern vor allem die Domäne:** Fachwissen, Erfahrung, Intuition. Was ist wann wichtig?

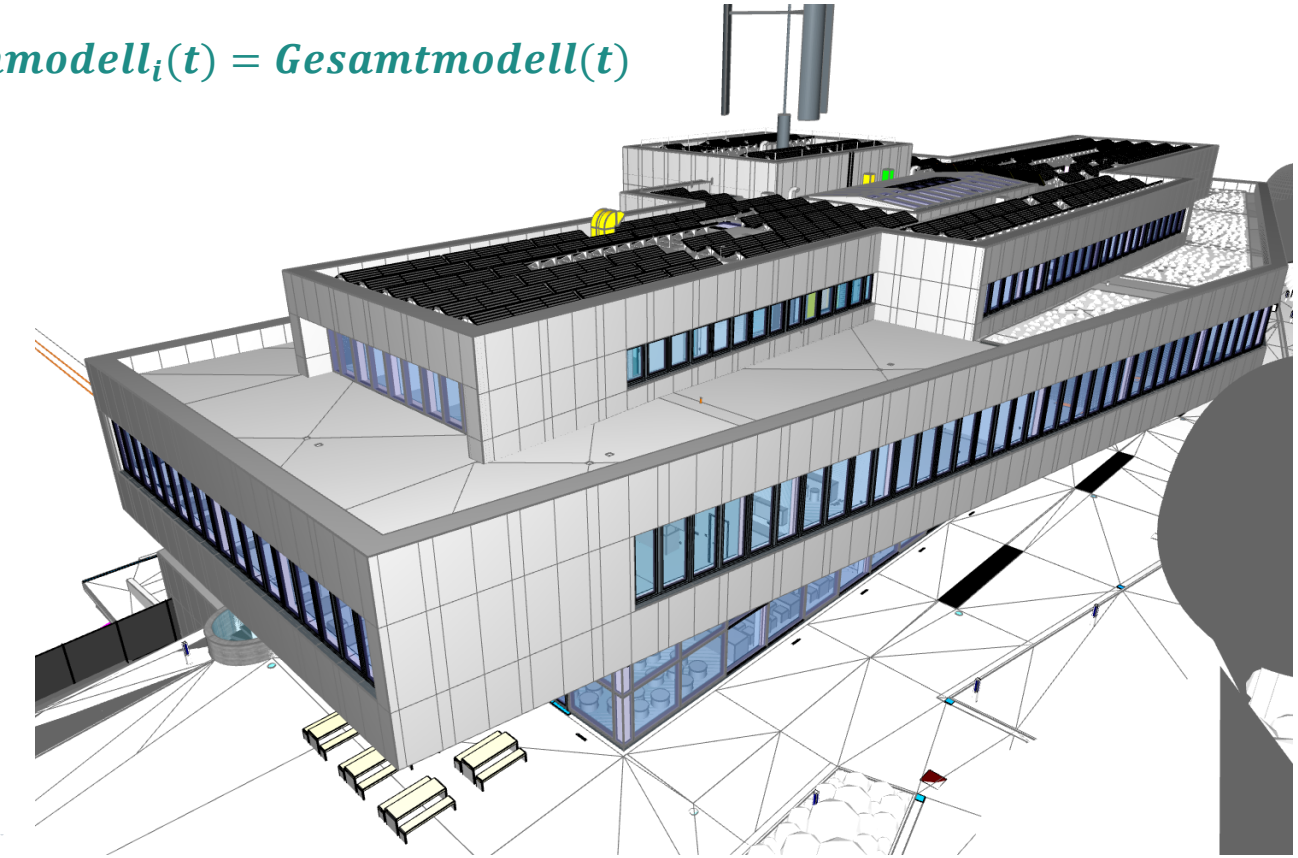
Nicht die KI muss sich erinnern; das System muss ihr den richtigen Kontext geben.

Information vor Geometrie

So viel Geometrie wie nötig, so spät wie möglich.

Digitalisierung im Bau – BIM-Verständnis im Markt

$$\sum_{i=1}^{n} Fachmodell_i(t) = Gesamtmodell(t)$$



Fachmodelle:

+ Architektur
+ Raummodell
+ TWP
+ Sanitär
+ RLT
+ ELT
+ SuD
+ Heizung
+ GA
+ Landschaft
+ Gelände

Gesamtmodell

Komplexität durch BIM

Ein Gebäude mit ca. 10.000 m², elf Fachmodelle

≈ 100.000 Objekte



≈ 4,7 Mio. Attribute



TGA · Architektur · Tragwerksplanung · GA · Sonstiges

Quelle: DBI Alliance, Auswertung eines Gesamtmodells (Stand 04/2024)

UND SELBST DAS IST UNVOLLSTÄNDIG

Faktor 2

fehlen bei der TGA an konstruktionswürdigen Objekten (Entlüftungen, Befestigungen …)

Faktor 10

fehlen auf Ebene Artikelnummer (Befestigungssets, Übergangsstücke …)

≈ 80 %

der TGA-Attribute stammen aus Herstellerangaben

→ **Hohe Komplexität. Kann man machen, aber nur, wenn man weiß, dass sich nicht mehr viel ändert.**

Geometrie erzeugen: Sekunden. Ändern: schwierig.

Erzeugen; geht schon ganz gut

Hypar · Text-to-BIM
Gebäudemodell mit Tragwerk, Fassade und Grundrissen aus einer Textbeschreibung; in Sekunden.

AEC Magazine, 2023

Autodesk Forma · Building Layout Explorer
Generative KI erzeugt Grundrissvarianten aus dem Massenmodell

Autodesk News, 02.06.2026

Text2BIM · TU München
LLM-Agenten bauen BIM-Modelle in Vectorworks, ein Regelprüfer korrigiert in Schleifen.

Du et al., arXiv 2408.08054

Ändern; da wird es schwer

3,4 %

der Änderungsaufgaben an bestehenden IFC-Modellen löst das beste getestete Sprachmodell vollständig.

Die Form stimmt oft ungefähr; Semantik und Beziehungen nicht: etwa eine Tür, die nicht an ihrer Wand hängt.

BIM-Edit-Benchmark: 324 Aufgaben, 7 Modelle · Nithyanantham et al., arXiv 2606.20146 (Juni 2026)

Wie beim Programmieren: Neues entsteht schnell, Bestehendes zu ändern ist die Arbeit.

Warum Geometrie für Sprachmodelle schwer bleibt

Geometrie ≠ Sprache

Sprachmodelle sind stark in Text. Lage, Form und Kollision sind räumlich; aber dort entstehen die teuren Fehler.

Zu viel für den Kontext

≈ 4,7 Mio.

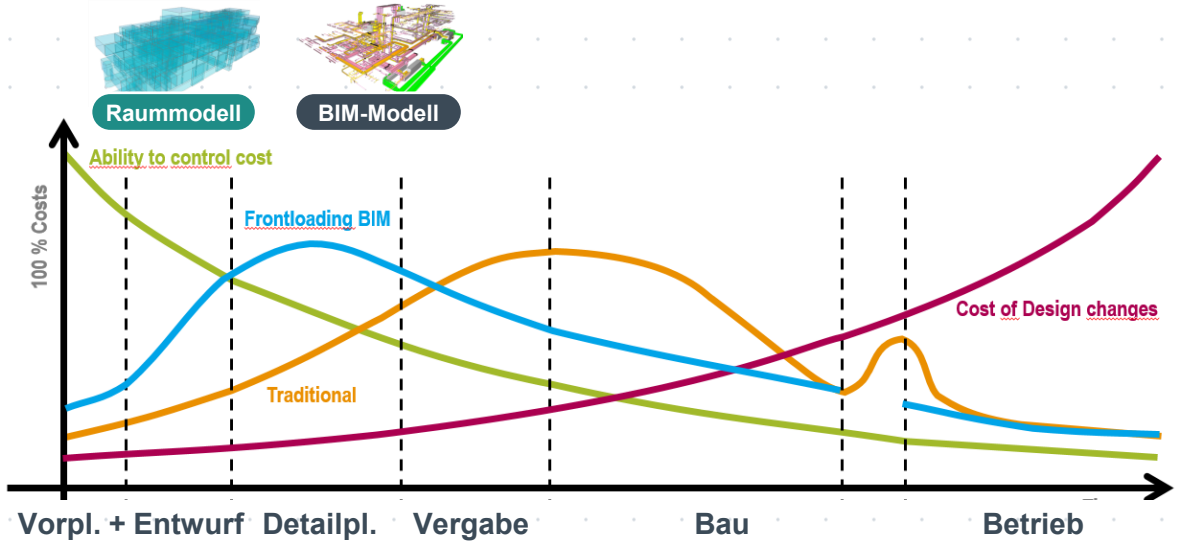
Attribute im BIM-Modell eines 10.000-m²-Gebäudes (ca. 100.000 Objekte) ➔ grob geschätzt ≥ 30 Mio. Token, ein Vielfaches eines Kontextfensters.

Alles hängt zusammen

Tür an Wand, Leitung an Schacht, Raum an Zone: Jede Änderung zieht Beziehungen nach sich, die in keinem Text stehen.

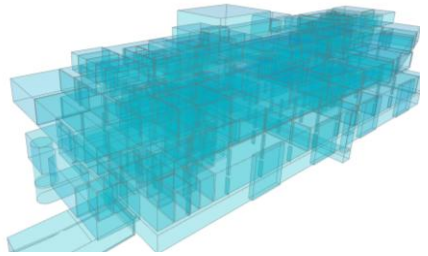
Darum: Information zuerst ➔ Kennwerte, Räume, Systeme, Varianten.
Geometrie erst, wenn die Entscheidungen stehen.

Frontloading ja; aber für Information



Das, was man normalerweise später gemacht hat, macht man mit BIM schlicht früher; mit denselben Werkzeugen, die nicht für Varianten und Dynamik gemacht sind.

SO MEINEN WIR ES: RAUMMODELL



- Nutzung und Raumtypen
- Flächen & Zonen
- Anforderungen
- Lasten & Kennwerte
- Versorgung & Raumbedarf

SO WIRD FRONTLOADING OFT GELEBT



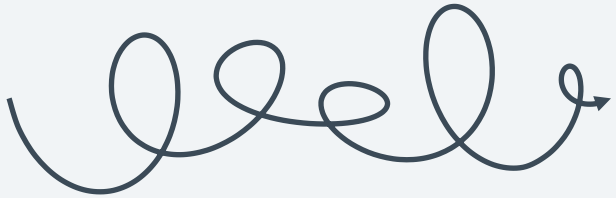
11	Fachmodelle
100.000	Objekte
4,7 Mio.	Attribute

Information früh und werthaltig; Geometrie so lange wie möglich abstrakt.

Digitale Werkzeuge: Excel, BIM; naja, und jetzt KI

Was Excel erfolgreich gemacht hat, und warum BIM nicht abgehoben ist.

Planung = Chaos



Ein Ingenieurbüro ist Chaos.

Das ist nicht schlecht, sondern völlig normal:

- Komplexes Feld, viele Unbekannte
- Schlaue Leute, wenig Lust auf Standards und Prozesse
- „Investition“ hieß immer Dienstwagen im Vertrieb

BIM verlangt Ordnung

Reibung

Standards, Disziplin, vollständige Daten, feste Abläufe. Trifft das auf Chaos, entsteht Reibung: Das Modell läuft hinterher und wird mitgepflegt, weil man muss.

KI kommt mit Chaos zurecht

robust

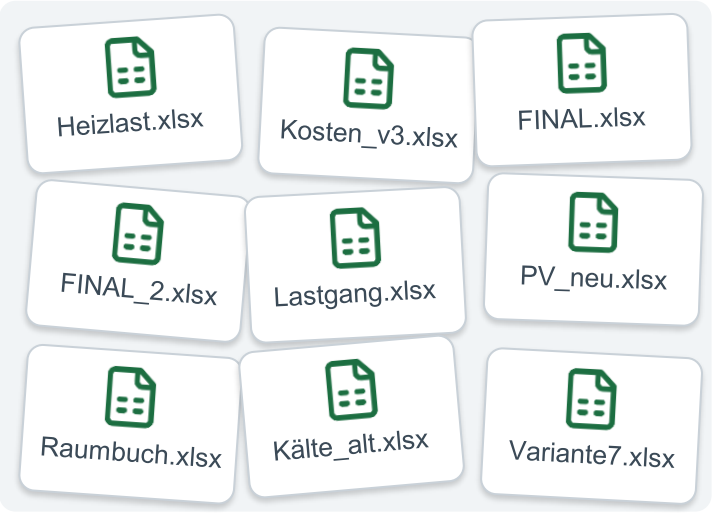
Sie versteht Unvollständiges, Widersprüchliches und Formloses. Wir müssen das Chaos nicht erst beseitigen, um Nutzen zu haben.

Sie erlaubt uns, mehr wie wir selbst zu sein.

BIM verlangt, dass wir uns ändern. KI arbeitet mit uns, wie wir sind.

Viele Dateien, ein Modell; und jetzt viele Helfer

Excel seit 1985



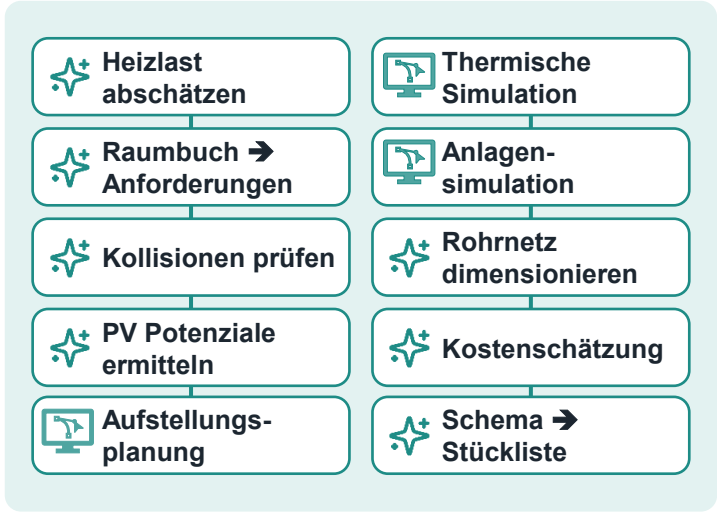
Jede:r baut sich sein Werkzeug; **nah am Problem**, aber **Wildwuchs** und Inseln.
Engpass: Excel-Nerd

BIM seit 2015



Ein Modell für alles; **vollständig**, aber sperrig und **manchmal fern vom Alltag**.
Berechnungen in Spezialanwendungen.

KI und prof. Software 2026



Wieder viele eigene Werkzeuge (neben BIM- und den Spezialanwendungen);
aber **mit KI gebaut und kein Engpass mehr**.
(eher gegenteilige Gefahr: Überflutung mit Werkzeugen)

Zurück zu den Ursprüngen; nur anders:
kleine Helfer, die zusammenarbeiten.

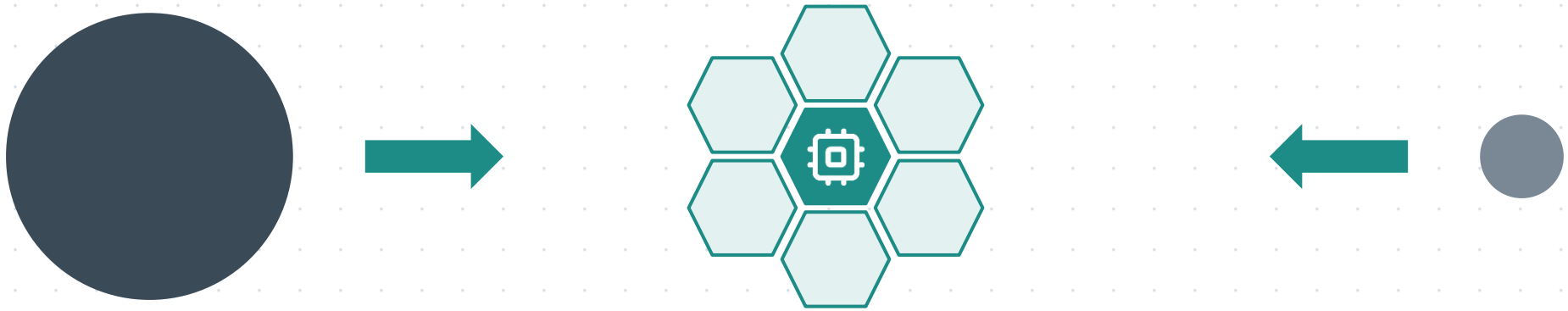
Plattform: Datenfluss statt Datensee

Viele kleine Werkzeuge, ein gemeinsamer Fluss.

Herausforderung bei der Digitalisierung

Integration wird nicht nur in der physikalischen Welt erforderlich.

Alle wünschen sich ein Werkzeug für alles; aber Werkzeuge dürfen nicht überladen sein, und jede:r Beteiligte hat eine eigene Sicht auf die Daten.



„one tool fits it all“

ein Werkzeug für alles – überladen

„integrated apps/agents“

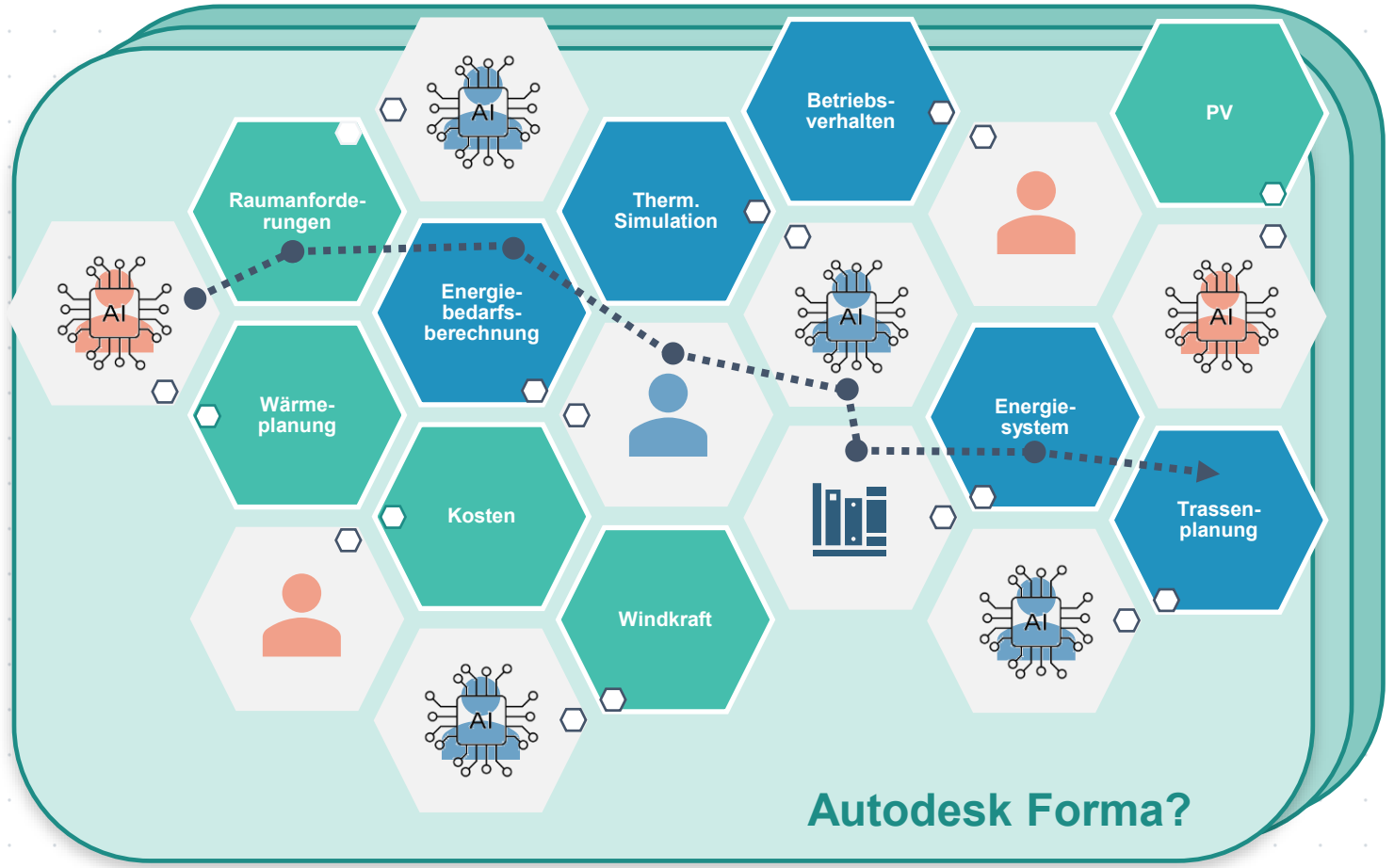
Apps je Aufgabe – integriert, bereit für KI-Agenten

„one tool, one task“

ein Werkzeug je Aufgabe – ohne Verbindung

Software wird integrativer und interoperabler.

Vernetzung und Skalierung



1. **Apps** für spezifische Aufgaben
   - **Vibe-gecodete Apps**
     schnell selbst gebaut, für eigene Zwecke
   - **Professionelle Apps**
     geprüft und gepflegt; per KI bedienbar
2. **KI-Agenten** gehen einen **nachvollziehbaren Pfad** durch die Apps
3. **Integration** in eine gemeinsame **Plattformen**

app focused
plug and play
agent ready

Vernetzung und Skalierung

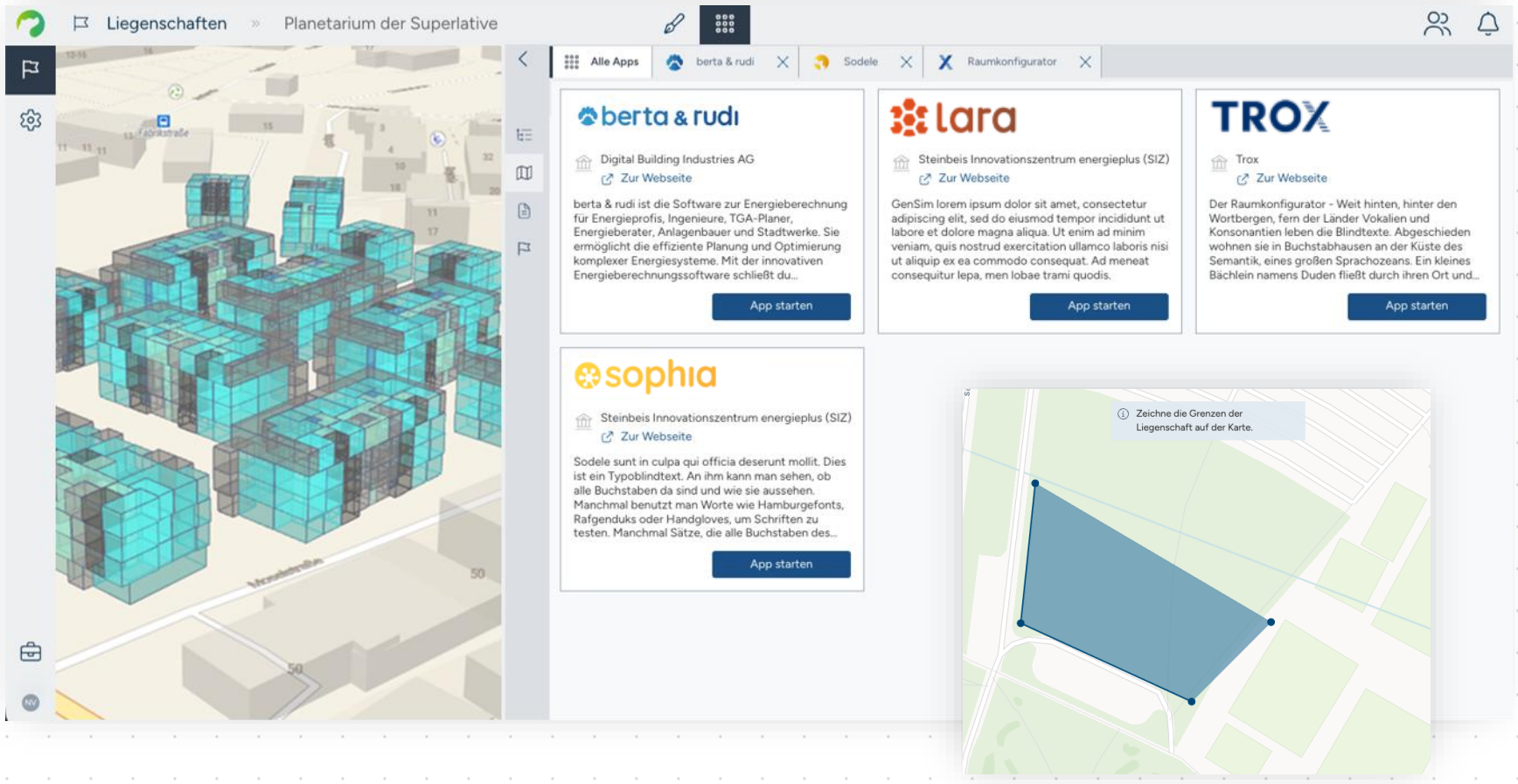


Vision: **Unabhängigkeit** gegenüber US Big Tech

Mission: **souveränes und offenes Ökosystem** aus Daten, Apps, Projektbeteiligten und KI Agenten

➔ skizzly als **Open Source Betriebssystem** für die Vorplanung

Ein App Store für die frühe Phase (skizzly – coming soon)



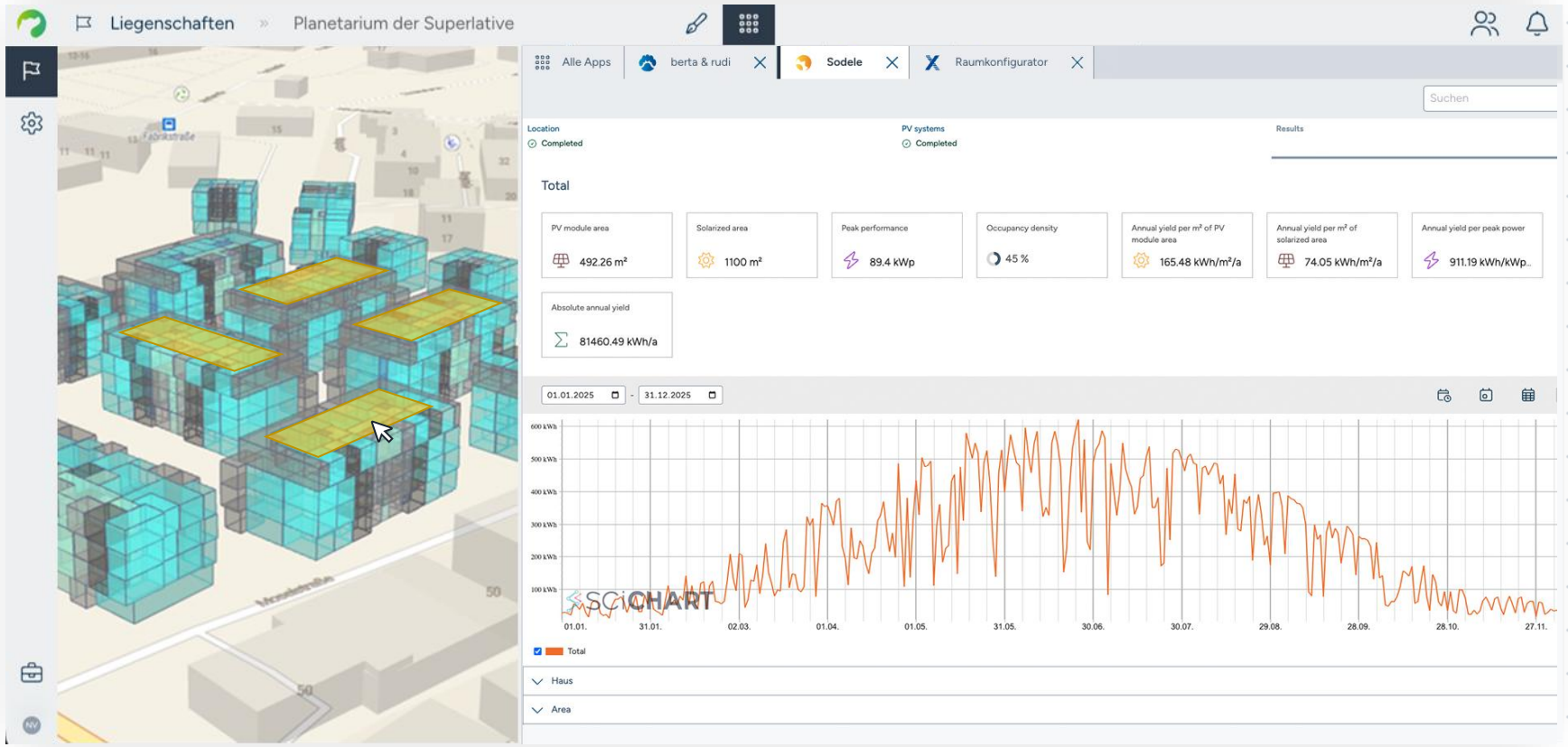
Modellierung und Visualisierung

Gemeinsame Planungsgrundlage

Zusammenarbeit (Kommentare, Historie)

Eine Umgebung, viele Werkzeuge; jede App löst genau eine Aufgabe.

Beispiel-App: Photovoltaik



Alle Apps arbeiten auf demselben Projekt

Apps von uns, von Partnern und Dritten

Plug and Play; Agent Ready

Eine App, eine Aufgabe – das Ergebnis steht allen anderen Apps zur Verfügung.

Prozesse: Planung wird sich verändern

Wenn die frühe Phase besser wird, werden die späten kürzer.

Früh zu dünn, später bitter



In der frühen Phase merkt es niemand; später merken es alle.

Abstrakt planen, früh entscheiden, direkt vergeben



Schon heute gilt: Unsere BIM-Modelle überleben nicht einmal die Ausführung.

Ausführende Firmen bauen ihre eigenen Modelle. Warum Zeit in Detailtiefe stecken, die niemand übernimmt?

- Phasen werden schneller und dichter
- Leistungen verschieben sich
- Phasen werden automatisiert oder fallen sogar weg

Früh sauber entscheiden, später schneller bauen.

Organisation: Was wird sich in einem Planungsbüro verändern?

Standard wird billig; Substanz wird wertvoll.

Drei Grundsätze, die mit KI wichtiger werden

People Business

Wir sind Dienstleister. Unser Geschäft lebt von Menschen; intern wie extern.

Mit KI: Wenn Standard billig wird, zahlt der Kunde für das, was Menschen leisten: Urteil, Verantwortung, Vertrauen.

Kompetenz ist Führung

In unserem Umfeld gehört (fach)kompetentes Auftreten; intern wie extern.

Mit KI: Wer KI-Ergebnisse prüfen und verantworten muss, braucht mehr Fachwissen, nicht weniger.

Wandel von unten

Die Arbeitsweise wird sich in den nächsten Jahren massiv ändern; und zwar bottom-up. Das liegt in der Natur von KI.

Mit KI: Die Werkzeuge entstehen bei denen, die die Probleme kennen. Führung/ Organisation gibt den Rahmen, statt Lösungen auszurollen.

KI ändert die Werkzeuge, nicht das Geschäft: Es bleibt ein People Business.

Worauf es ankommt

Verantwortung

Individuelle Verantwortung und Handlungsfähigkeit.

+

Substanz

Tiefes technisches Verständnis und sozial-kommunikative Kompetenz; durch KI kaum zu ersetzen.

+

Das Neue

KI und die daraus folgende Prozessdisruption im Planen und Bauen aktiv annehmen.

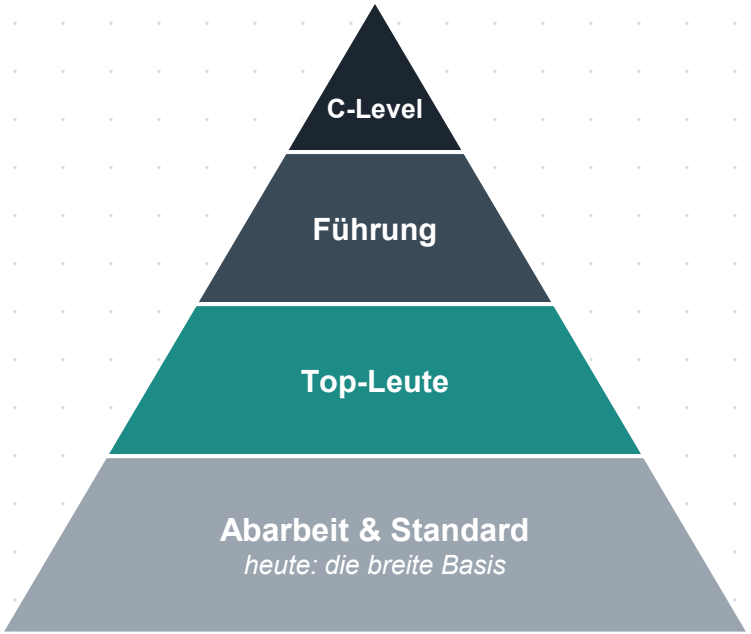
Eine Organisation, die das verbindet.

Nicht über einen Detailplan, sondern über einen Anker und einen flexiblen, vertrauensvollen Rahmen, mit wenigen, aber klaren Regeln.

Von der Pyramide zum Diamanten

Klassische Büros tragen sich über eine breite Basis an Abarbeit. Diese Basis übernehmen Software und KI; gebraucht, gehalten und entwickelt werden künftig vor allem Top-Leute.

Heute: Pyramide



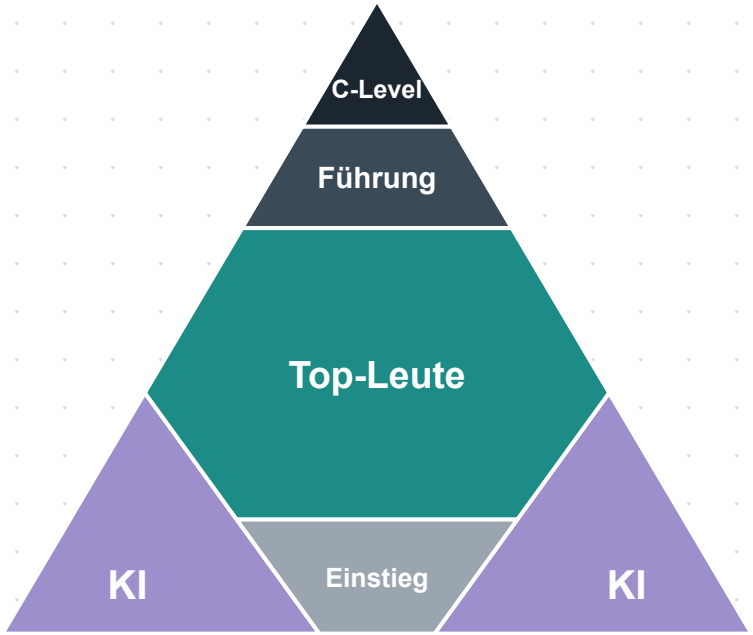
Weniger, dafür klare Führung

Mehr fachliche Exzellenz

Abarbeit geht an die KI

Einstieg bleibt: Aufbau von Top-Leuten

Morgen: Diamant



Soziale/ gesellschaftliche Herausforderung!

Die breite Basis übernimmt die KI. Was bleibt und zählt, ist die Exzellenz.

Beispiel: Energiesystemvarianten

Wie es heute schon laufen kann; mit berta & rudi.

Im Kleinen schon sichtbar: Die Phasen verschieben sich

WORUM ES GEHT

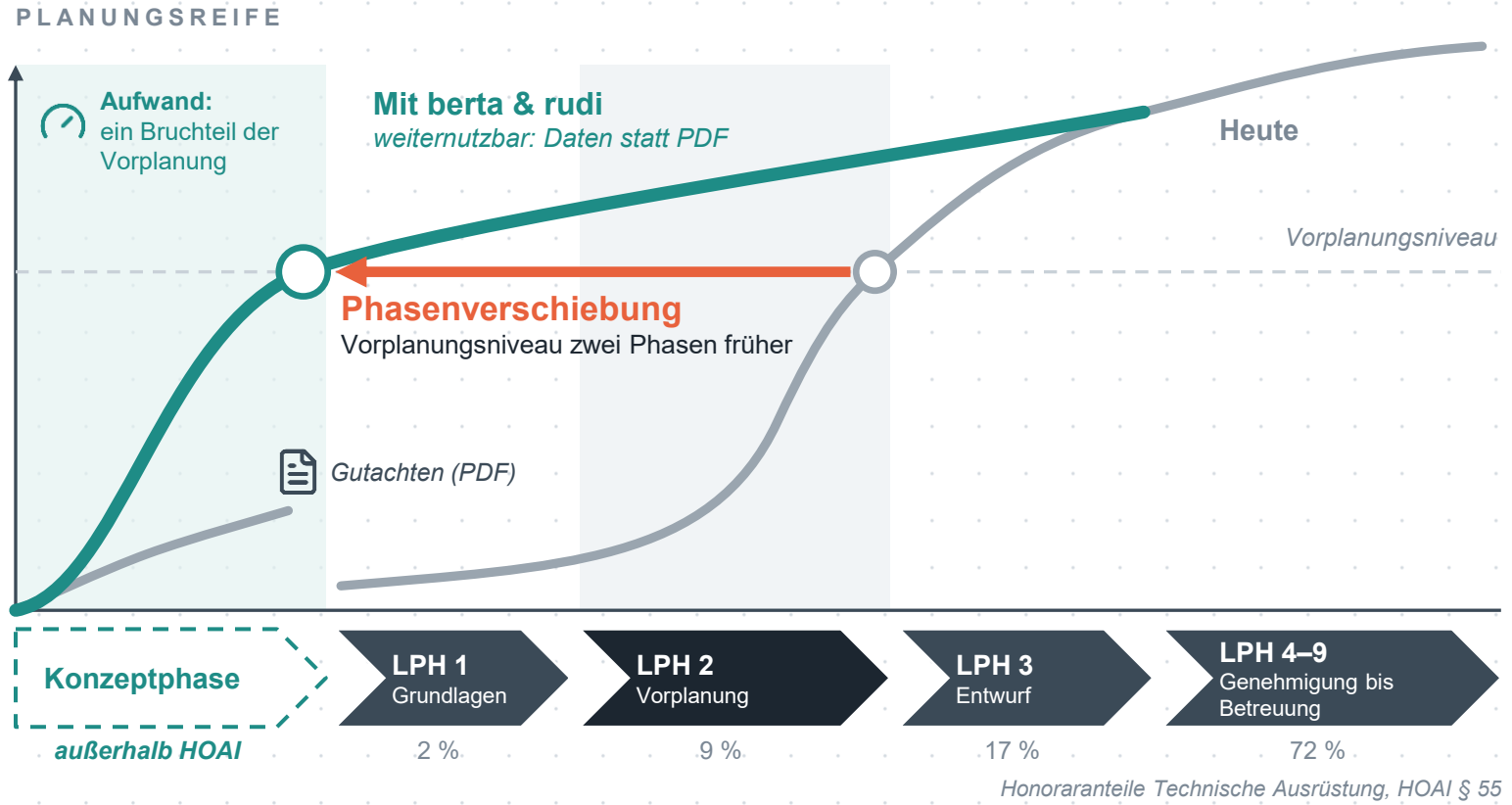
Energiekonzepte

Welche Energieversorgung passt zu Gebäude, Quartier oder Industriestandort?

Bedarf · Erzeuger · Speicher · Netze · Kosten · CO_2

TYPISCHE FRAGEN

- Wärmepumpe oder BHKW?
- PV mit Speicher?
- Reicht der Netzanschluss?



Was im Großen kommen kann, sehen wir im Kleinen schon heute: an berta & rudi.

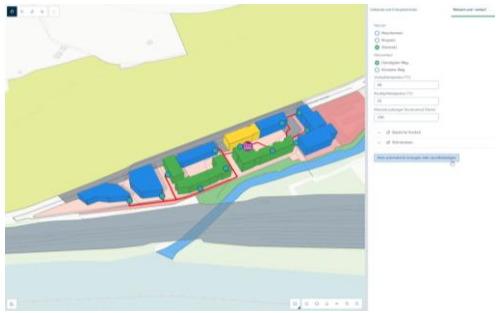
Was berta & rudi machen



Bedarfsprognose

stündlich · KI-gestützt

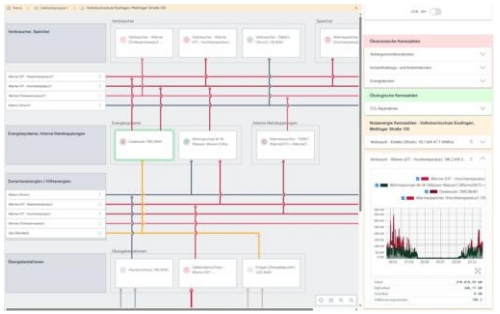
Stündliche Lastprofile für Strom, Wärme und Kälte; KI-gestützt aus Standort-, Nutzungs- und Wetterdaten, ohne aufwendige Datenerhebung.



Netze

automatisiert · anpassbar

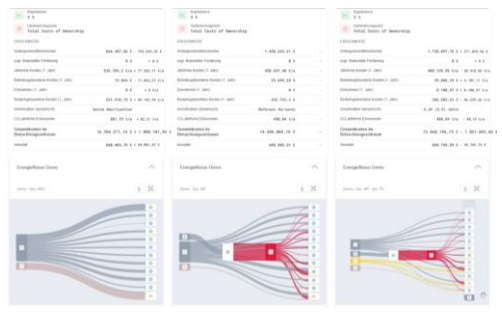
Wärme- und Stromnetze automatisch aus Gebäuden und Straßen ableiten; Trassen, Anschlüsse und Dimensionierung bleiben jederzeit anpassbar.



Energiesysteme

Komplexität beherrschen

Erzeuger, Speicher, Energiezentrale und Netzanbindung gebäudescharf; Strom, Wärme und Kälte gekoppelt, Stunde für Stunde.



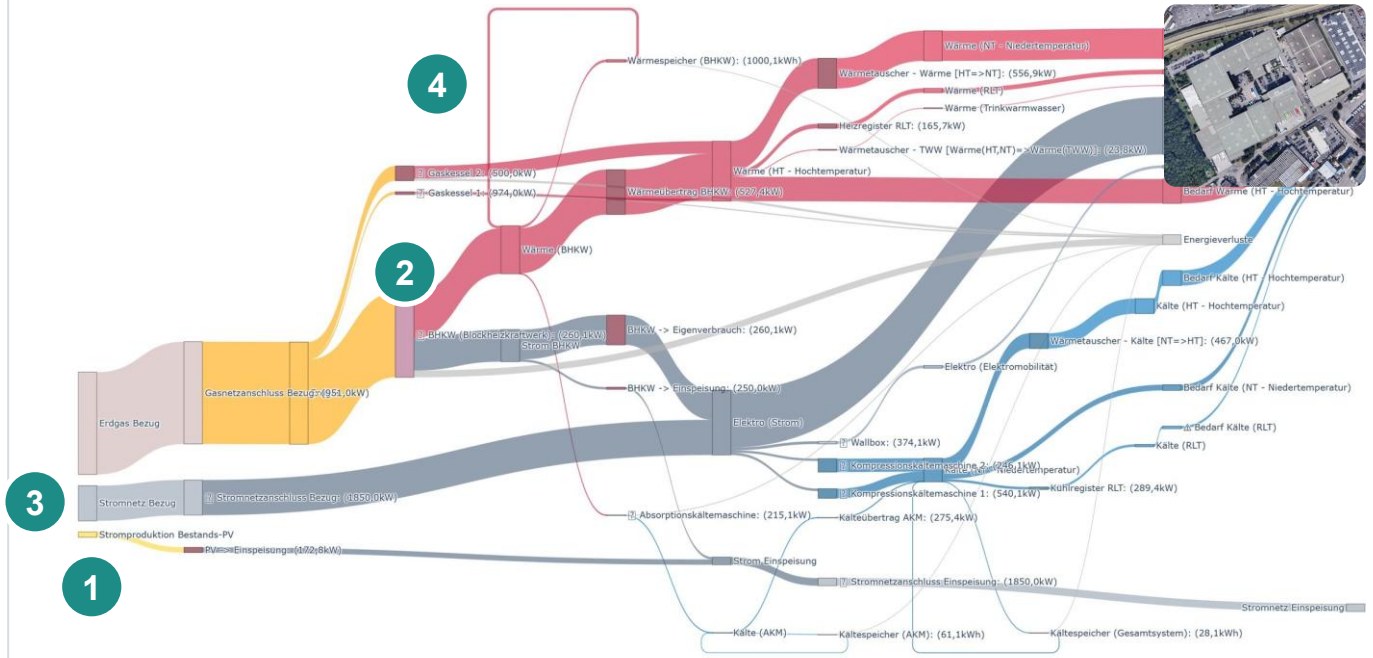
Variantenvergleich

transparent vergleichen

Varianten nebeneinanderstellen: Kosten, Amortisation und CO_2 in Anlehnung an VDI 2067, mit Energieflüssen, die jede:r nachvollziehen kann.

Webanwendung ohne Installation: vom Einzelgebäude bis zum Industriestandort.

Ein Industriestandort, viele Abhängigkeiten



1 **PV 250 kWp**

EEG-Vergütung (35 ct/kWh) endet 2030, was passiert mit der PV Anlage?

2 **BHKW 260 kWel**

Bleibt es in Zukunft, oder übernimmt eine Wärmepumpe?

3 **Netzanschluss**

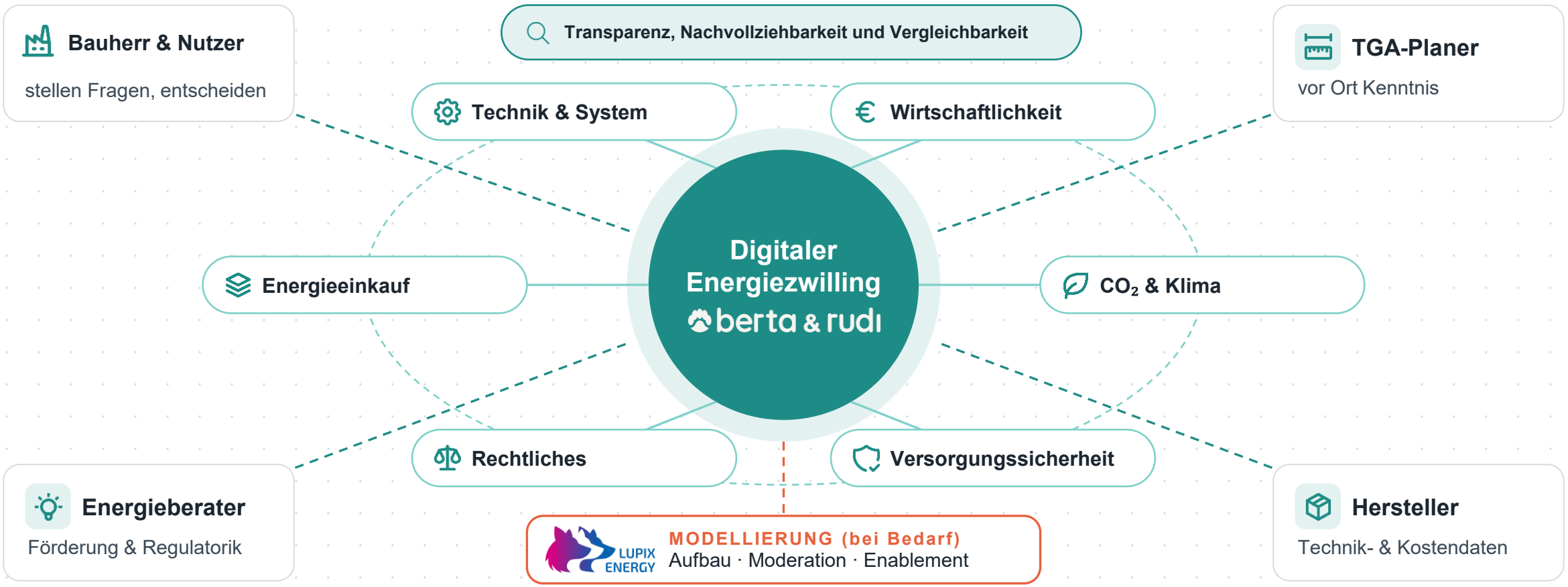
Maximale Stromleistung würde durch wegfallenden BHKW Strom und Wärmepumpe stark steigen

4 **Speicher**

Zusätzlicher Stromspeicher, um die Spitzenlast zu kappen und Bedarfe zu verschieben?

alles hängt zusammen

Gemeinsamer Arbeitsstand statt Gutachten



Zwei Learnings aus der Praxis bei komplexeren Projekten

1

Der Aufbau braucht Vorbereitung

Lastgänge, Anlagen und Fahrweisen für den digitalen Zwilling sauber aufzunehmen, ist echte Arbeit. Trotzdem steht der Zwilling schneller als ein konventionelles Konzept.

✓ **Amortisiert sich mit der ersten Variante**

2

Es bleibt eine Expertenaufgabe

Teils wegen der Software, vor allem aber wegen der Sache: Energiesysteme sind deutlich aufwändiger geworden; Entscheidungen müssen trotzdem früh und valide fallen.

technisch · regulatorisch · sozial-kommunikativ

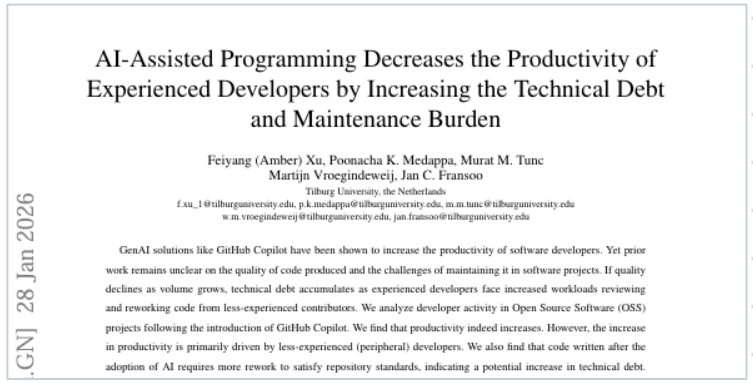
Was Studien zur Produktivität mit KI zeigen



METR (2025)

metr.org/blog/2025-07-10-early-2025-ai-experienced-os-dev-study

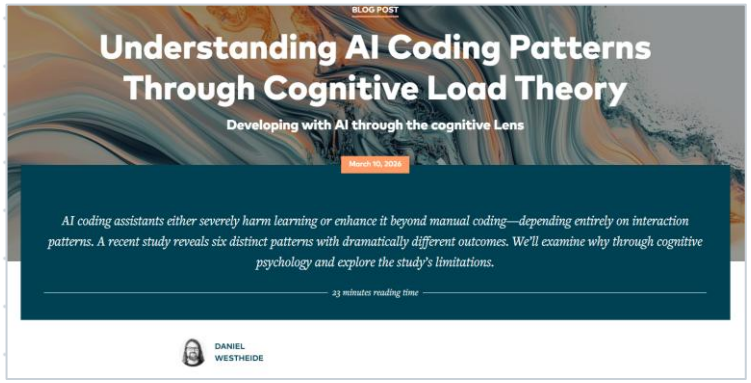
Gefühlt 20 % schneller, gemessen 19 % langsamer: Erfahrene Entwickler:innen überschätzen den Effekt deutlich. Die Studie wurde inzwischen aktualisiert (die Lücke wird kleiner), ist aber methodisch nicht belastbar; einige Teilnehmende wollten nicht mehr ohne KI arbeiten.



Yeverechyahu et al. (2025)

arxiv.org/pdf/2510.10165

Die Gewinne kommen vor allem von weniger Erfahrenen; **der Code erfordert danach mehr Nacharbeit,** und die tragen die Erfahrenen.



Anthropic-Studie, via INNOQ (2026)

innoq.com/en/blog/2026/03/ai-cognitive-lens-cognitive-load-theory

Mit KI kaum schneller (nicht signifikant), aber **beim Verständnis deutlich schlechter.** Wer nach der Generierung gezielt mit der KI weitersprach, um den Code zu verstehen, kam sogar auf 86 %.

Meine Meinung: Produktivitätsgewinne sind da; entscheidend sind Selbstwahrnehmung, Erfahrung und tiefes Verständnis. (Das gilt auch für berta & rudi.)

Vom Ersteller zum Prüfer

Meine Studie (berta & rudi):



Datengrundlage: Zusammenarbeit mit Herr Ege (TMM)

FRÜHER
erstellt das Energiekonzept

→

HEUTE
hinterfragt das Energiekonzept

Mit KI passiert genau das: Wir alle werden zu Prüfern.

⚠ **Herausfordernd; vor allem mit wenig Erfahrung.**
Prüfen kann nur, wer selbst verstanden hat.

Meine These: Die mentale Last steigt. Wer mehr prüft als selbst erarbeitet, muss mehr verstehen, nicht weniger.

Fazit: Wie der Arbeitsalltag mit KI aussehen wird

LLMs fürs Alltägliche (“Gekommen, um zu bleiben.”)

Mails, Recherche, Protokolle, Auswertungen, Texte: für alle, jeden Tag.

Selbst gebaute Apps

Kleine Helfer per Vibe Coding, gebaut von denen, die das Problem kennen.

Professionelle Anwendungen, kombiniert

Fachsoftware, Plattform, Modelle und KI Agenten, verbunden über einen gemeinsamen Datenfluss.

Wenige, aber klare Prozesse

Im Mittelpunkt: Top-Leute, ihre Freiheitsgrade und wie man sie entwickelt

Aufgabe: Finden, halten und entwickeln die Menschen, die prüfen, entscheiden und verantworten.

Die Werkzeuge werden vielfältiger, der Rahmen schlanker, die Menschen wichtiger.

Ausblick: Fragen, die wir beantworten müssen

Wie verhindern wir, dass unsere Leute fachlich abbauen?

Wenn die KI die Routine übernimmt, fehlt das Training, an dem Erfahrung wächst. Wer nur noch prüft, verlernt womöglich, was er prüft.

Wie machen wir unseren Nachwuchs zu Top-Leuten?

Junge Ingenieurinnen und Ingenieure lernten bisher an genau den Aufgaben, die jetzt die KI erledigt. Lernen am Prüfen statt am Erstellen; und wer begleitet das?

Wie bepreisen wir Planung, wenn Standard billig wird?

Ein Honorar nach Aufwand passt schlecht, wenn der Wert in Urteil, Erfahrung und Verantwortung liegt.

Wem gehört das Erfahrungswissen, wenn es im Kontext der KI steckt?

Regeln, Projektwissen, Kniffe: Wer pflegt diesen Kontext, und was bleibt, wenn Leute gehen?

Vielen Dank.

Fragen; gern jetzt oder gleich an unserem Stand (TMM Group / berta & rudi).

Dr.-Ing. Bernd Petraus
TMM Group · berta & rudi

bernd.petraus@tmm-group.de
+49 (0) 7031 2117 432
berta-rudi.com