

---

# Ganzheitliche Bilanzierung

Die GaBi-Historie am Beispiel von 19 Dissertationen

---

Ökobilanzwerkstatt 2012

4. September 2012, Stuttgart

Peter Eyerer

Autoren: Peter Eyerer  
Matthias Fischer  
Eva Knüpfner  
Martin Baitz  
Klaus Sedlbauer

# Agenda

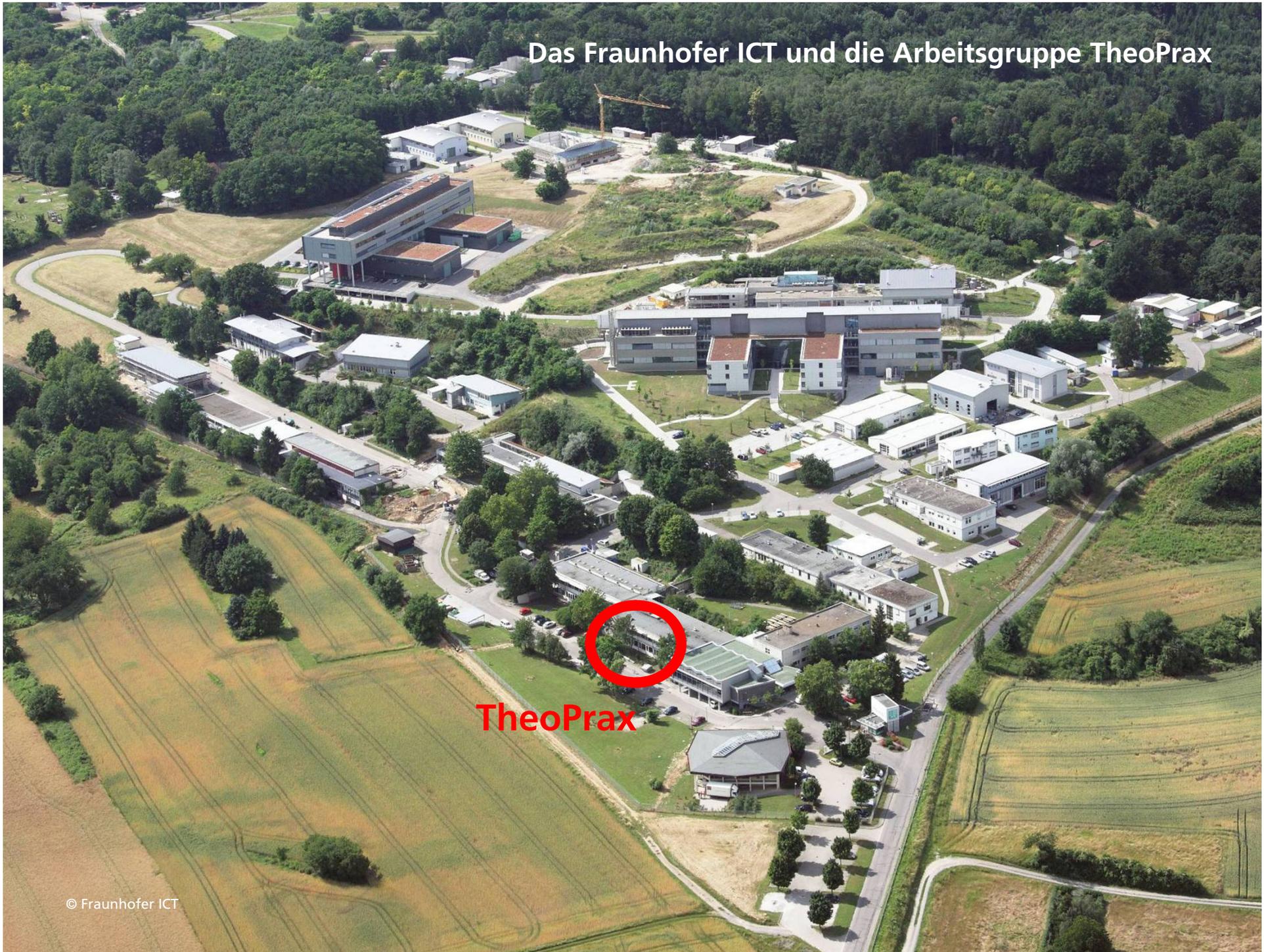
1. Lebenszyklusanalyse und Ganzheitliche Bilanzierung
2. ICT Gesamtsicht
3. ICT Organisation
4. Theoprax und Ausbildung in Schulen
5. GaBi – eine Methode im Aufbau
6. Änderung der Forschungsschwerpunkte
7. Was haben wir erreicht?
8. Was liegt noch vor uns?
9. Dissertationen im Überblick



# 1. Lebenszyklusanalyse und Ganzheitliche Bilanzierung

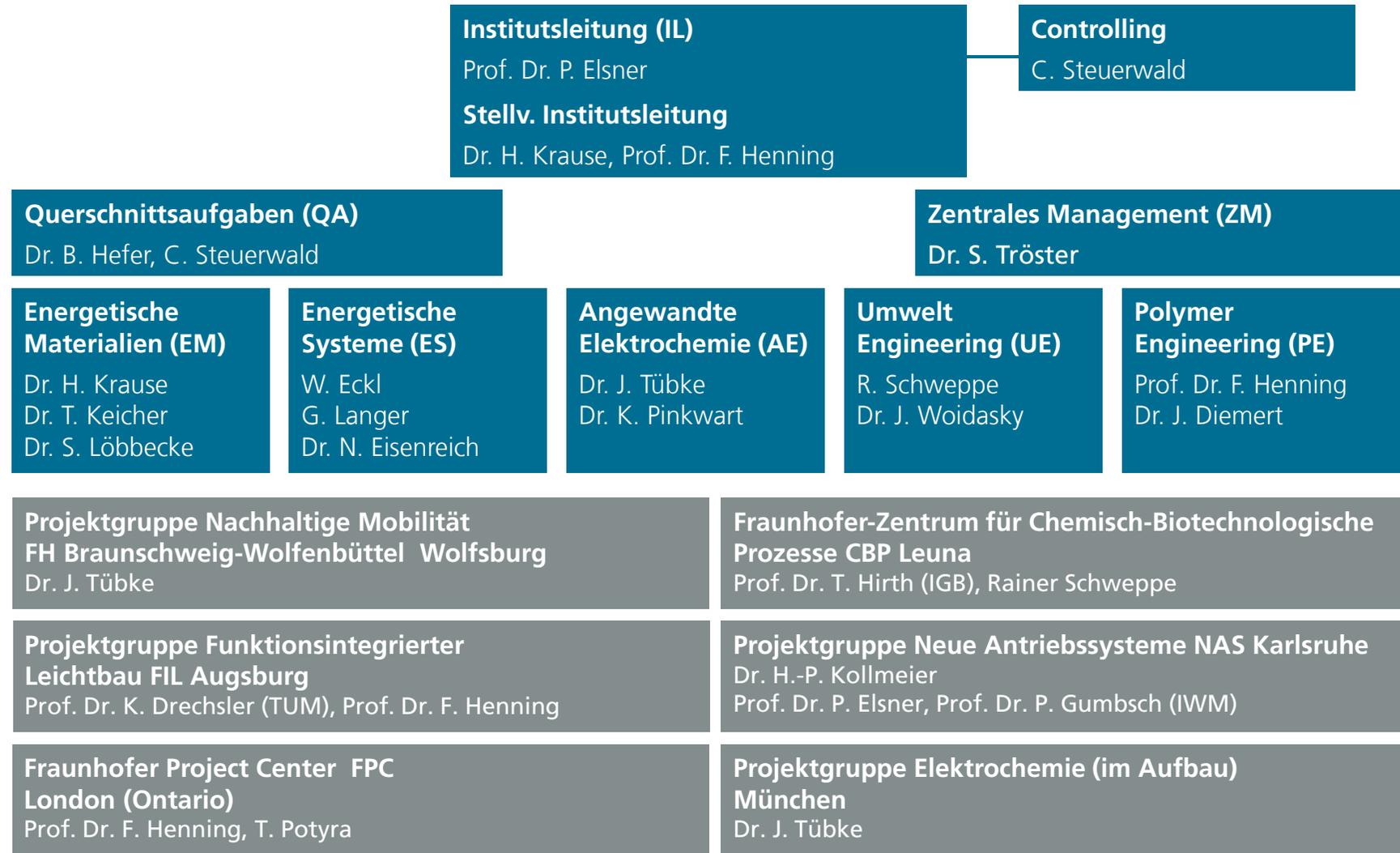
- Bedarf nach Ganzheitlicher Bilanzierung entstand während meiner dreijährigen Beurlaubung von der Uni Stuttgart in die Industrie
- Streitthema zwischen Rohstoffhersteller, manchen Zulieferern und hauptsächlich BMW war Recycling von Thermoplasten und Polyurethan RIM/RRIM/SRIM
- 1989 begann Manfred Schuckert als Diplomand bei BMW, um am Beispiel Kotflügel aus Stahl, Thermoplast und PUR mehr Licht in die Emotionen zu bringen
- Darauf ging es Schlag auf Schlag: GaBi war geboren

# Das Fraunhofer ICT und die Arbeitsgruppe TheoPrax



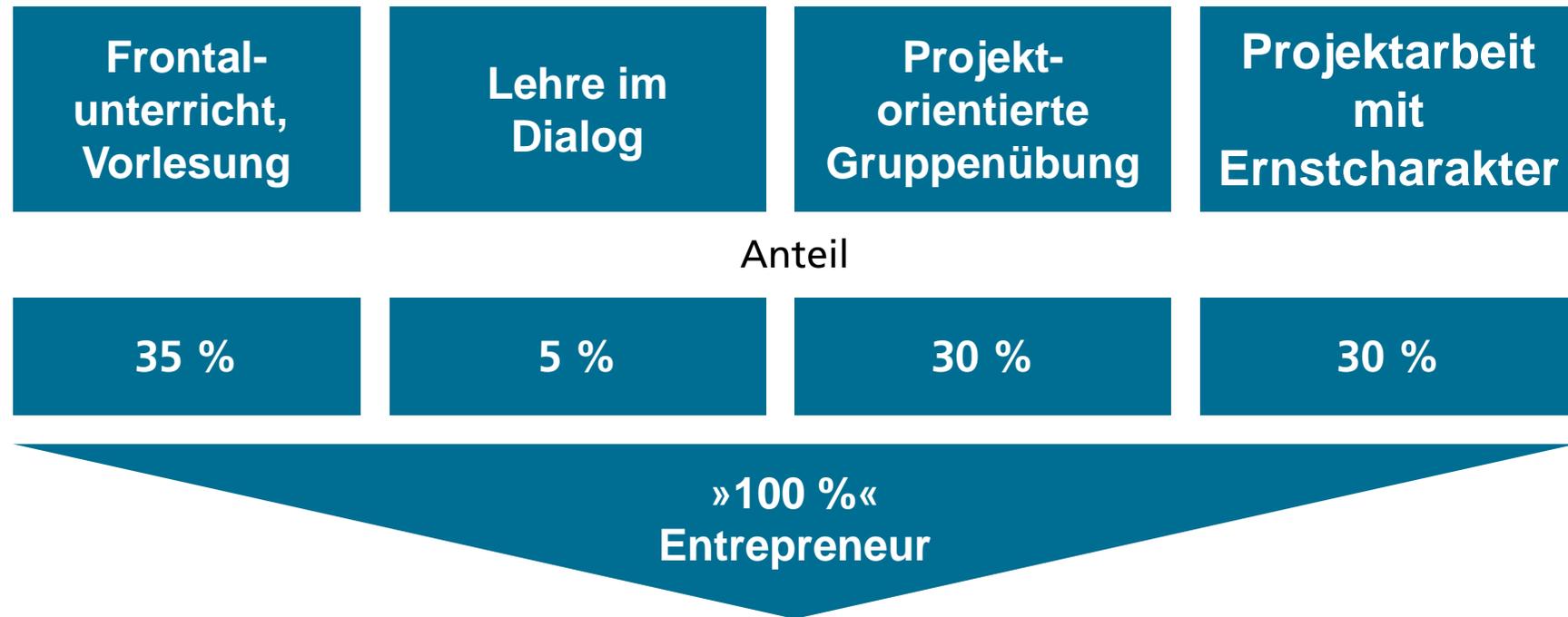
TheoPrax

# Organigramm des Fraunhofer ICT



# TheoPrax – Was ist das?

Kombinierte Lehr- und Lernkultur generiert Unternehmer



- Freude am Erfolg
- Mut zum Risiko
- Selbstständigkeit

- Problemlösen
- Systemdenken
- soziales Engagement

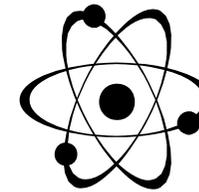
- Wissen und Fähigkeiten umsetzen zu Produkten

# Methodische Herangehensweise des Ingenieurs

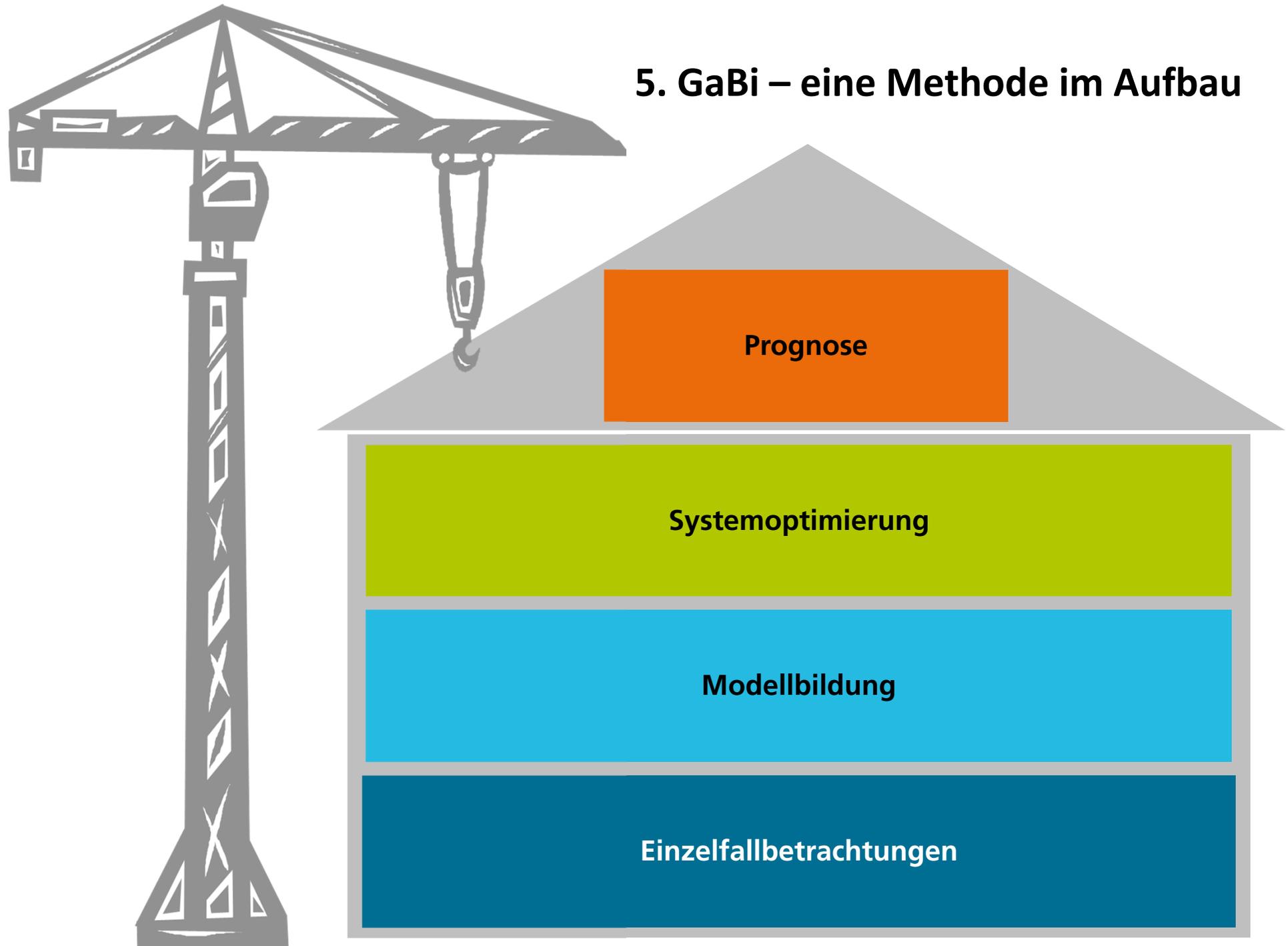
Der Ingenieur denkt .....  
anwendungsorientiert

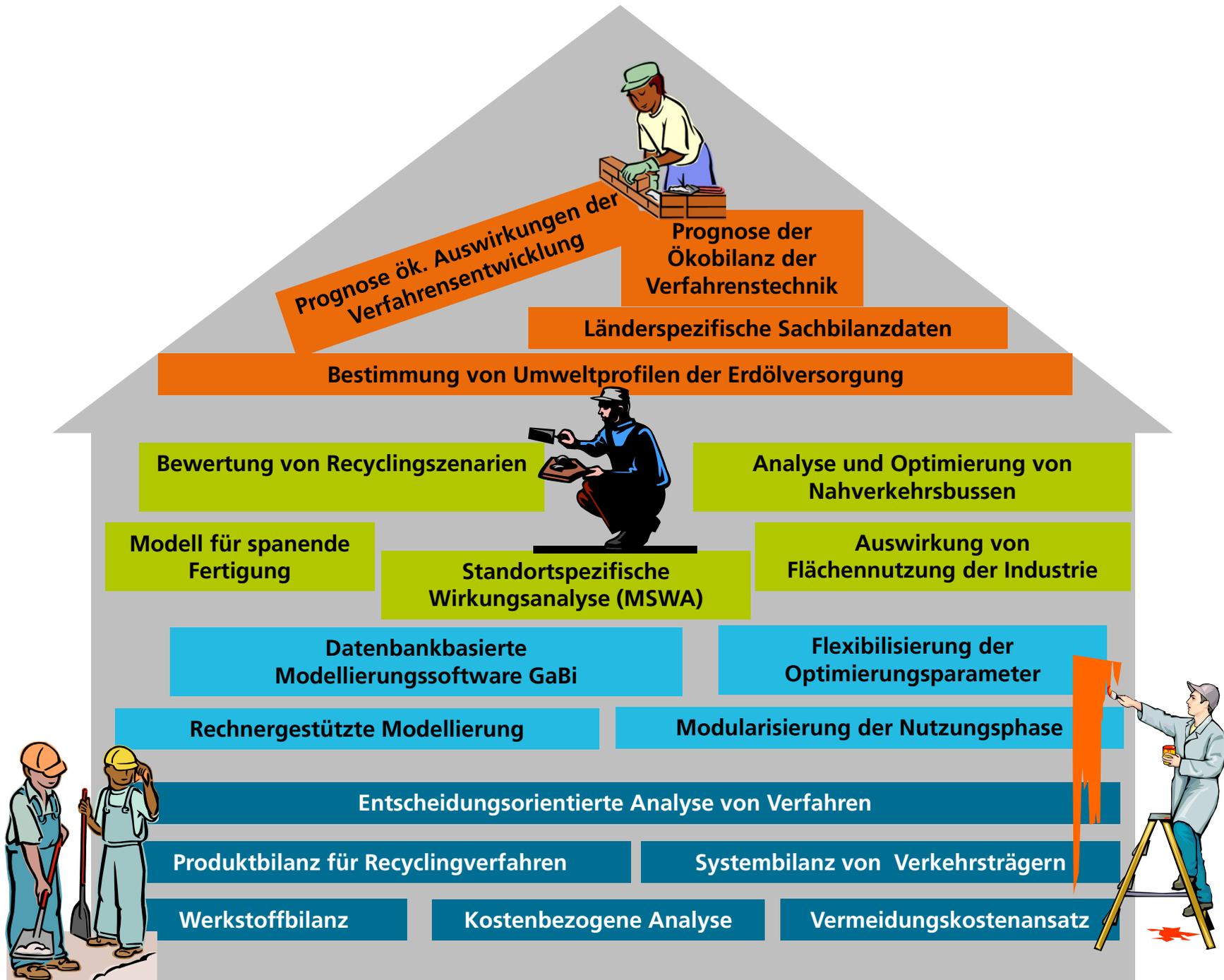


Der Physiker denkt .....  
grundlagenorientiert



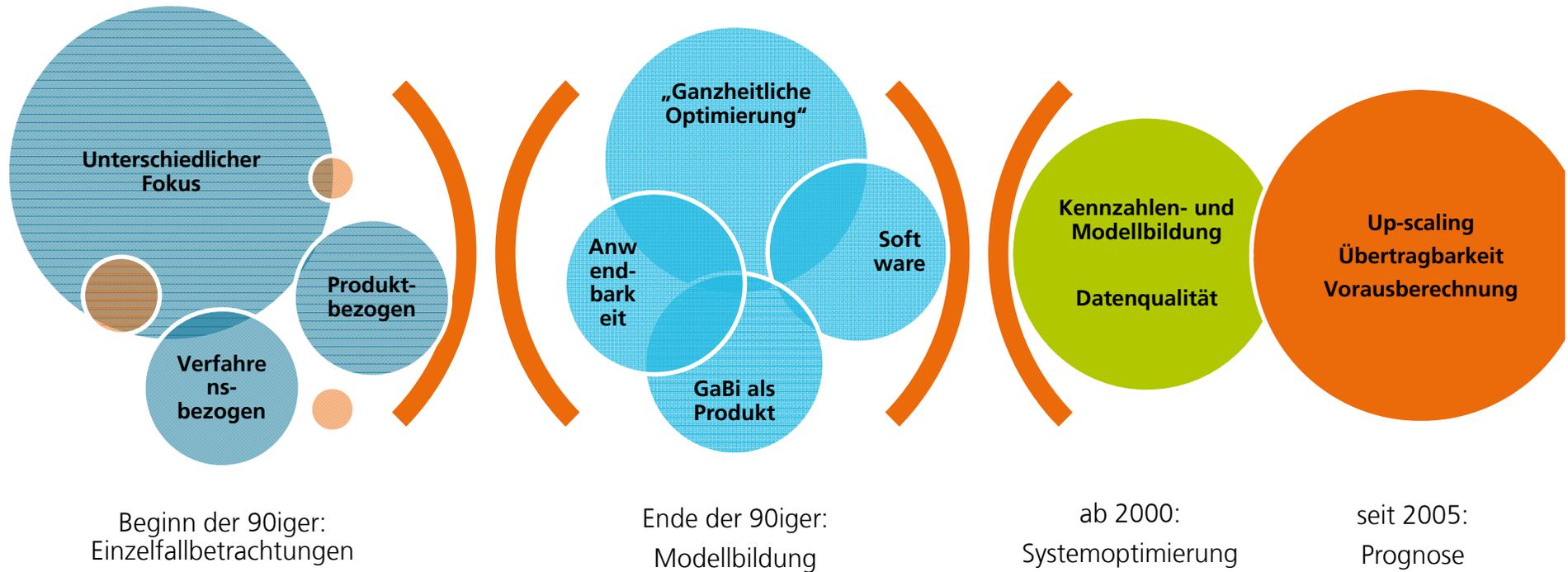
## 5. GaBi – eine Methode im Aufbau





# 6. Änderung der Forschungsschwerpunkte

Parallele Umsetzung in der Praxis



# 6.1 Frühe Phase: Entwicklung der Methodenstruktur

## Schwerpunkte:

- Entwicklung des Systemgedankens und der Methode
- Aufbau der Datenbasis

## Herausforderungen:

- Einzelfallbetrachtung > Systembetrachtung
- Hoher Aufwand > GaBi 1.0-2.0
- Unschärfe der Ergebnisse > Verbesserung der Datenqualität

## Rahmenbedingungen:

- Ansatz der ökologischen Modernisierung
- Brundtland-Report
- „Rio-Umweltgipfel“: normative Entwicklung des Nachhaltigkeitsgedankens
- „industrial ecology“

## 6.2 Phase der Modellbildung

### Schwerpunkte

- Rechnergestützte Modellierung
- Modularisierung und Parametrisierung
- Transparenz in der Kommunikation
- Anwendbarkeit für „Laien“

### Herausforderungen

- Integration von Software > GaBi 3.0
- Integration von sozio-ökonomischen Aspekten
- Höhere Lösungsorientierung > Entscheidungsunterstützung

### Rahmenbedingungen:

- beginnende Nachfrage der Industrie nach kommunikationsgerechten Daten zur Integration in Produkt/Prozessoptimierung und Marketingkonzepte
- DIN EN ISO 14040 zu Umweltmanagement und Ökobilanz

## 6.3 Phase der Systemoptimierung

### Schwerpunkte

- Erweiterung der Übertragbarkeit in andere Systeme/Branchen
- Erhöhung der Datenqualität
- Modellentwicklung
- Erweiterung der Parameter

### Rahmenbedingungen

- Verbund und Normung von UNEP/SETAC

### Herausforderungen:

- Verbesserung der Übertragbarkeit von Modellen und Daten

## 6.4 Phase der Prognosebildung

### Schwerpunkte

- Übertragbarkeit
- Vorausberechnung
- Up-scaling

### Herausforderungen

- Komplexität
- Vorhersage der Entwicklung der zukünftigen politischen, ökonomischen, gesellschaftlichen und technologischen Rahmenbedingungen

### Rahmenbedingungen

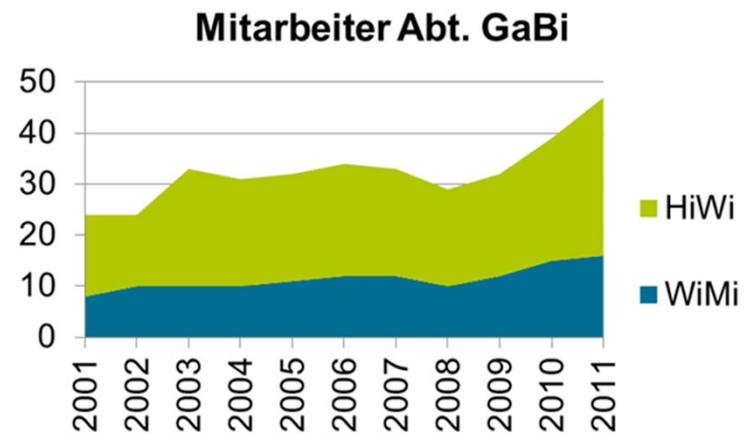
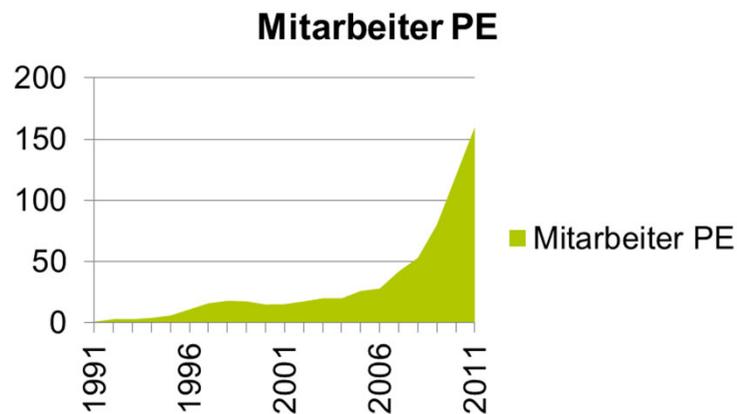
- Zunehmende Marktakzeptanz
- Zunehmender Einfluss auf Europäische Richtlinien
- Gesellschaftliche Relevanz von Umweltinformationen

# 7. Was haben wir erreicht?



Relevanz:

Die Ganzheitliche Bilanzierung hat sich von einem kleinen Forschungsfeld zu einer international beachteten und anerkannten normbasierten Methode entwickelt



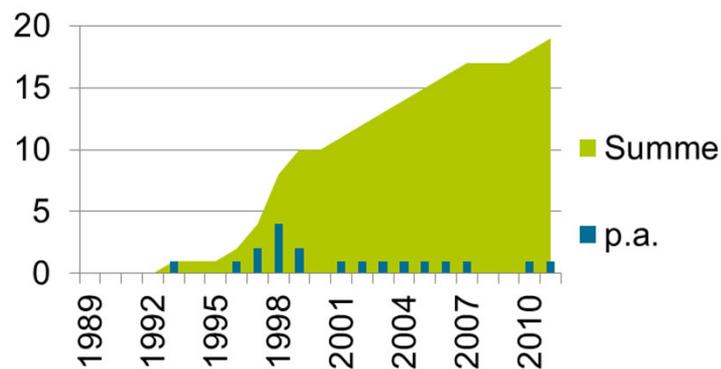
# Was haben wir erreicht?



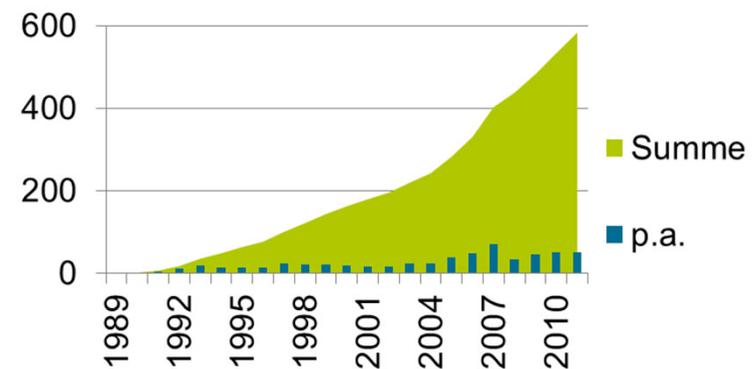
Qualität und Zuverlässigkeit:

Die Datengrundlage der Methode wurde kontinuierlich erweitert und ausdifferenziert, wobei die Qualität und Transparenz der Daten sukzessive verbessert wurden.

Dissertationen Abt. GaBi



Veröffentlichungen Abt. GaBi



# Was haben wir erreicht?



Entscheidungsorientierung und  
Entscheidungsunterstützung:

Durch die kontinuierliche Erweiterung der Datensätze und die Möglichkeit softwarebasierter Modellierungen, können Szenarien leichter unterschiedlich parametrisiert und verglichen werden. Entscheidungen können fundierter getroffen werden.

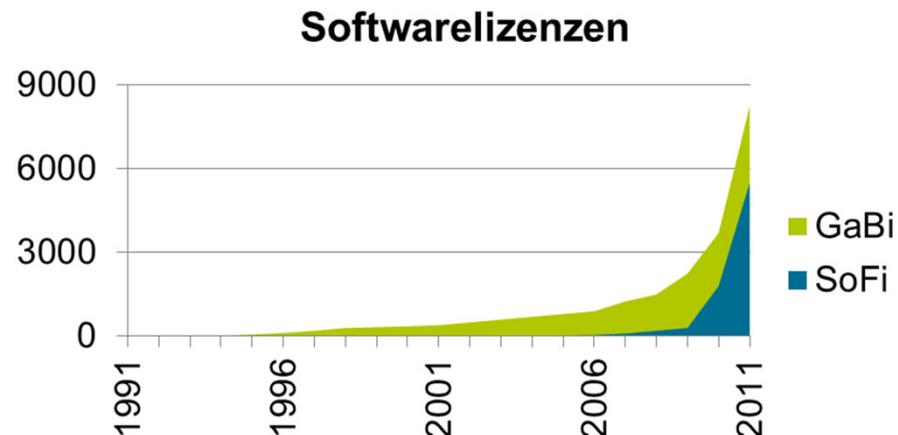


# Was haben wir erreicht?



Anwendbarkeit:

Mit der GaBi-Software können trotz zunehmender Komplexität auch fachfremde Anwender Modelle erstellen, vergleichen und Ergebnisse analysieren und kommunizieren



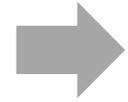
## 8. Was liegt noch vor uns?



# Herausforderungen an die Forschung

- Methodenvernetzung der Dimensionen der Nachhaltigkeit
- Vertiefung und Verbreiterung des Wissens zu Umweltwirkungen (Beispiele: Landnutzung/LANCA, Biodiversität)
- Qualität und Konsistenz → Verlässlichkeit
- Branchenvernetzung (E-Mobilität + Haus als Kraftwerk, Demographie + Wohnen + Mobilität)

# 9. Dissertationen im Überblick



# Ganzheitliche Bilanzierung als Instrument zur Bauteilspezifischen Werkstoff- und Verfahrensauswahl



- Entwicklung eines Instrumentes zur Bilanzierung von bauteilspezifischen Werkstoff- und Verfahrensdaten vor dem Hintergrund sozialer Effekte
- Vermeidungskostenansatz am Beispiel ausgewählter Schadstoffe
- Ganzheitliche Bilanzierung eines Saugrohrs für einen Pkw-Motor

- Reine Werkstoffbilanzen nicht ausreichend
- Ergebnis ist abhängig von Bauteilkonstruktion, Herstellrouten der Werkstoffe und bilanztechnischen Bedingungen

Vorgelegt von: Thomas Dekorsy  
Stuttgart 1993

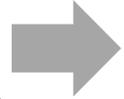
# Ganzheitliche Bilanzierung – vom Bauteil zum System an

## Beispiel von Verkehrsträgern

- Untersuchung der Umweltrelevanz von Produktion, Nutzungsphase und Verwertung von Verkehrsträgern
- Erweiterung der Methode der Ganzheitlichen Bilanzierung durch genauere Untersuchung der Parameter Werkstoff, Materialintensität und Verarbeitungsverfahren

- Erweiterung der Methode ermöglicht die Bilanzierung komplexer Systeme und deren Optimierung hinsichtlich ihrer ökonomischen und ökologischen Eigenschaften

Vorgelegt von: Manfred Schuckert  
Stuttgart 1996



# Methodik der Lebenszykluskostenanalyse und –planung (Life Cycle Costing) für die Entwicklung technischer Produktsysteme unter Berücksichtigung umweltlicher Effekte

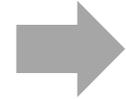
- Erweiterung der Methodik der Ganzheitlichen Bilanzierung um kostenbezogene Analyse
- Monetäre Bewertung externer Effekte als Bewertungsverfahren
- Ableitung eines auf PKW bezogenes erweiterungsfähiges Modell
- Anwendung auf Planungssituationen der technischen Systementwicklung zur ökologischen Optimierung

- Vergleichende Aussagen zur Unterstützung von technischen Entscheidungsfindungen möglich, unter Beachtung von Systemgrenzen, Randbedingungen und getroffenen Annahmen

Vorgelegt von: Jens Franzeck  
Stuttgart 1997



# Zielabhängige Ökobilanzierung am Beispiel der industriellen Teilereinigung

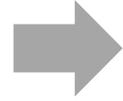


- Anwendung der Ökobilanz nicht nur auf Produkte sondern auch auf Verfahren
- Erweiterung der Methode durch entscheidungsorientierte Konkretisierung (die Fragestellung definiert den Anwendungsfall)
- Fallstudie Teilereinigung: Betrachtung von Gesamtbilanz, Vergleich von Verfahren und Optimierung

- Beobachtung von Synergien von ökologischer und ökonomischer Optimierung
- An Fragestellung orientierte Wahl des Untersuchungsrahmens führt bei identischen Untersuchungsgegenständen zu unterschiedlichen Modellen

Vorgelegt von: Matthias Finkbeiner  
Jena 1997

# Beitrag zur Bewertung der Ganzheitlichen Bilanzierung als Grundlage der Bauteilentwicklung

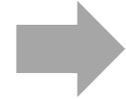


- Vereinfachung komplexer Entscheidungsvorgänge durch systematischen Vergleich von als relevant erkannten Kriterien
- Identifizierung von Optimierungspotenzialen durch ganzheitliche Bilanzierung basierend auf ökonomischen, technischen und ökologischen Gesichtspunkten bei der Entwicklung neuer Bauteile und Produktsysteme

- Wichtige Einflussfaktoren sind Energie- und Werkstoffbereitstellung, Recycling und Materialnutzung
- Verbesserungen sind möglich durch Investitionen (ökologisch und ökonomisch) unter Beachtung der Systemperspektive

Vorgelegt von: Konrad Saur  
Stuttgart 1998

# Einfluss von Recyclingverfahren auf die umweltliche Produktbilanz

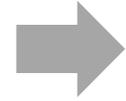


- Bewertung von Verfahren aus Produktsicht anstatt aus Verfahrenssicht
- Vollständige Produktbilanz ist Grundlage für die Wahl von Recyclingverfahren unter ökologischen Aspekten
- Anwendung anhand unterschiedlicher technischer Thermoplasten (Schwerpunkt auf thermischen Verwertungswegen)

- Neben dem Verfahren sind die Produktherstellung und dessen Recyclingprodukte entscheidend für die Wahl des Verwertungsweges
- Neue Erkenntnisse können in Methode eingebunden werden

Vorgelegt von: J. Arnulf Bohnacker  
Shaker Verlag, Aachen 1998  
ISBN: 3-8265-3393-3

# Modellierung und Optimierung verfahrenstechnischer Prozesse in der Lackiertechnik



- Methodischer Ansatz basierend auf Ganzheitlicher Bilanzierung um Optimierungsmöglichkeiten von Produkten und Technologien aufzuzeigen
- Lebenszyklusanalyse der Bereiche Technik, Ökologie und Ökonomie
- Erstellen eines Simulationsmodells durch Modellierung wesentlicher Prozesse

- Flexibler Ansatz: Variation von Art, Anzahl und Gewichtung der Optimierungsparameter erlauben Vergleich von Produkt- und Technologiealternativen

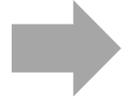
Vorgelegt von: Matthias Harsch  
Shaker Verlag, Aachen 1998  
ISBN: 3-8265-4071-9

# Modellbildung zur computergestützten Ganzheitlichen Bilanzierung und Bewertung von Produktlebenswegen

- Entwicklung eines Baukastensystems zur spezifischen Beschreibung von Produktlebenszyklen
- Modularer Aufbau: Mengenströme, Wirkungszusammenhänge, Bewertungsmaßstäbe, Allokationsverfahren
- Grundlage für Softwaresystem GaBi, Wiederverwendbarkeit der Daten

- Anwendbar ohne Spezialwissen
- Strukturierter Vergleich unterschiedlicher Bilanzen
- Umfangreiche Dokumentationsmöglichkeit
- Transparente Darstellung der Entscheidungswege

Vorgelegt von: Ingrid Cornelia Pfeleiderer  
Shaker Verlag 1998  
ISBN: 3-8265-4406-4



# Integration systematischer Analyse und Prognose in die Ganzheitliche Bilanzierung – Instrumentarium zur rechnergestützten Modellierung

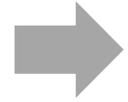
- Ökonomische und ökologische Notwendigkeit  
Entscheidungsalternativen abzuwägen
- Flexibler Modellierungsansatz als Grundlage zur systematischen Analyse der Bilanzresultate
- Diskussion der Schritte  
Wirkungsabschätzung und Auswertung
- Einführung von Prognosemethoden
- Untersuchung am Beispiel  
Herstellung R141b

- Flexible Modellierung des Lebenszyklus
- Ermöglicht die EDV-gestützte prognostische Nutzung der Methode der Ganzheitlichen Bilanzierung basierend auf einzelnen Prozessmodellen

Vorgelegt von: Thorsten Volz  
Shaker Verlag, Aachen 1999  
ISBN: 3-8265-6049-3



# Parametrisierte Lebenszyklusanalyse zur umweltlichen Optimierung eines mit Polyurethan wärmegeprägten Kühlschranks

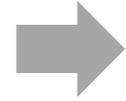


- Erweiterung der LCA Methode durch Modularisierung der Nutzungsphase von Kühlschränken
- Möglichkeit von Parametervariationen, Integration in Produktentwicklungsprozess
- Schwerpunkt der Optimierungsrechnung: Schichtdicke der Wärmedämmung aus PU-Hartschaum

Diskrepanz zwischen der ausschließlichen Nutzungsphasenoptimierung über den Stromverbrauch und der Optimierung hinsichtlich Primärenergiebedarf in Herstellung, Nutzung und Entsorgung

Vorgelegt von: Holger Beddies  
Shaker Verlag 1999  
ISBN: 978-3826564338

# Methode der standort-spezifischen Wirkungsanalyse anhand von SO<sub>2</sub>-Emissionen – ein Beitrag zur Ganzheitlichen Bilanzierung



- Betrachtung von Versauerungspotenzial in der ganzheitlichen Bilanzierung als regionales Problem
- Entwicklung der Methode der standort-spezifischen Wirkungsanalyse (MSWA), basierend auf Versauerungspotential von SO<sub>2</sub>
- Abschätzung des Schadstoffeintrags unter Berücksichtigung von Schadstofftransformationen und meteorologischen Informationen

MSWA erlaubt regionale Klassifizierung in der Wirkungsabschätzung von Versauerungspotenzialen unterschiedlicher Böden

Vorgelegt von: Johannes Gediga  
Shaker Verlag 2001  
ISBN: 3-8265-8855-X



# Die Bedeutung der funktionsbasierten Charakterisierung von Flächen-Inanspruchnahmen in industriellen Prozesskettenanalysen

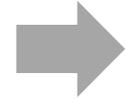
- Integration von Flächeninanspruchnahme industrieller Prozessketten in die ganzheitliche Bilanzierung
- Beschreibung der Qualitätsänderung genutzter Flächen anhand der Beeinflussung verschiedener ökologischer Funktionen
- Quantitative Darstellung von unterschiedlichen Wirkungsweisen

- Darstellung schafft Vergleichbarkeit zu Wirkungen anderer Prozessketten
- Ermöglicht Einschätzung von Optimierungspotenzialen und Tragfähigkeit von Prozessen

Vorgelegt von: Martin Baitz  
Shaker Verlag 2002  
ISBN: 3-8322-0780-5



# Optimierung der Metallzerspanung am Beispiel unterschiedlicher Schmierkonzepte

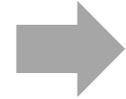


- Alternativen zu umweltbelastenden Schmierstoffen haben unterschiedliche ökonomische, ökologische und technische Vor- bzw. Nachteile
- Risiken und Chancen neuer Bearbeitungsverfahren bei der Metallzerspanung für Anwender oft schwer einschätzbar
- Anhand der Ökobilanz können Ist-Zustand und mögliche Alternativen dargestellt werden

- Schrittweise Anpassung der Variablen erlaubt ein technisch, ökologisch und ökonomisch optimales Fertigungskonzept
- Nachträgliche Analyse möglich
- Auf ähnliche Verfahren übertragbar

Vorgelegt von: Robert Gabriel  
Stuttgart 2003

# Ökologische und ökonomische Bewertung des Materialrecyclings komplexer Abfallströme am Beispiel von Elektronikschrott – eine Erweiterung zur Ganzheitlichen Ökobilanz



- Bewertung von Entsorgungssystemen zur Steigerung der Effektivität
- Bewertungsmethode ohne Verrechnung von erzeugten Wertstoffen mit nötigen Aufwendungen
- Erstellen von Referenzsystemen: Definition der Bewertungsskalen, ökologisch-ökonomischer Vergleich der Entsorgungssysteme

- Entsorgungsszenarien werden hinsichtlich ihrer ökonomischen und ökologischen Auswirkungen bewertbar
- Anwendbar auf alle Abfallzusammensetzungen

Vorgelegt von: Constantin Herrmann  
Shaker Verlag 2004  
ISBN: 3-8322-2374-6



# Prognose von Umweltauswirkungen bei der Entwicklung chemischer Anlagen

- Analyse auf Basis eines Ordnungssystems verfahrenstechnischer Grundoperationen
- Prognostizierung von Stoff- und Energieströmen
- Umsetzung am Beispiel des Polymerisationsverfahrens zur Herstellung von aliphatischen Polyesteramid Block-Copolymers

- Ökologische und ökonomische Aspekte können parallel betrachtet werden und in den Produktfindungsprozess einbezogen werden

Vorgelegt von: Thilo Kupfer  
Stuttgart 2005



# Modell zur ökologisch-technischen Lebenszyklusanalyse von Nahverkehrsbussystemen

- Untersuchung der Bestandteile  
Herstellung,  
Kraftstoffbereitstellung, Betrieb  
und Entsorgung
- Vergleich der Antriebssysteme  
Diesel, Erdgas und  
Brennstoffzelle
- Validierung anhand von  
Messfahrten

- Optimierung der Bussysteme  
hinsichtlich  
Gesamtenergieverbrauch,  
Emissionen etc.
- Ermöglicht die Erstellung von  
Umweltprofilen von  
Busflotten

Vorgelegt von: Michael Faltenbacher  
Stuttgart 2006

# Methode zur Prognose der Ökobilanz einer Großanlage auf Basis einer Pilotanlage in der Verfahrenstechnik

- Prognose für Ökobilanz einer Großanlage im Stadium der Verfahrensentwicklung
- Untersuchung von Skalierungseffekten auf Basis von Ähnlichkeitsanalysen
- Unterteilung potentieller Einflussfaktoren in Module zur systematischen Untersuchung
- Analyse der Struktur durch Ökobilanzkomponenten ergibt Matrix aus potentiellen Einflussfaktoren und Ökobilanzkomponenten

- Methode ermöglicht Ökobilanzprognose für eine Großanlage bezogen auf ein Produkt basierend auf der Analyse der Verfahrensentwicklung

Vorgelegt von: Maiya Shibasaki  
Stuttgart 2007

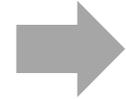
# Systematischer Ansatz zur Abschätzung von länderspezifischen Sachbilanzdaten im Rahmen der Ökobilanz

- Berücksichtigung von Unterschieden in Umweltauswirkungen auf Grund unterschiedlicher lokaler Randbedingungen
- Identifizieren von relevanten Prozessparametern (bottom-up)
- Erhebung von Länderindikatoren (top-down)
- Berechnung von Übertragungsfaktoren aus beiden Ansätzen
- Umsetzung am Bsp. Zement

- Der Ansatz ermöglicht die Erstellung branchenübergreifender realitätsnaher länderspezifischer ökologischer Produktprofile

Vorgelegt von: Cecilia Tiemi Makishi Colodel  
Fraunhofer Verlag 2010  
ISBN: 978-3-8396-0228-7

# Methode zur Bestimmung von Umweltprofilen der zukünftigen Erdölversorgung und erdölbasierten Kraftstoffbereitstellung



- Methodik zur Untersuchung von Umweltprofilen von Erdölversorgung
- Relevanzanalyse
- Erstellung parametrisierter Ökobilanzmodelle
- Sensitivitätsanalyse
- Szenarioanalyse

- Verbesserung der Möglichkeit der Quantifizierung von zukünftigen Veränderungen im Bereich der Erdölversorgung und der Bereitstellung erdölbasierter Kraftstoffe
- Grundlage für den Vergleich von konventionellen und alternativen Kraftstoffen

Vorgelegt von: Oliver Schuller  
Fraunhofer Verlag 2011  
ISBN: 978-3-8396-0228-7

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**

**Weitere Informationen finden Sie unter**

- [www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de)
- [www.lbpgabi.uni-stuttgart.de](http://www.lbpgabi.uni-stuttgart.de)
  
- [www.theo-prax.de](http://www.theo-prax.de)
- [www.theoprax-stiftung.de](http://www.theoprax-stiftung.de)
- [www.kompetenznetze.de](http://www.kompetenznetze.de) (Bildung)
- [www.eyerer-peter.de](http://www.eyerer-peter.de)



Quelle: welt.de