



Untersuchung zur Nachhaltigkeit von Stahlkonstruktionen

Anwendungsleitfaden



Einführung

- Der Anwendungsleitfaden zielt darauf ab, Informationen zu den verschiedenen Schritten bei der ökologischen Bewertung von Stahl- und Verbundgebäuden mit der Software AMECO3 darzustellen.
- Der Anwendungsleitfaden konzentriert sich auf:
 - Die Beschreibung des Kalkulationsprozesses
 - Einen Leitfaden, wie das Werkzeug AMECO3 angewendet wird
 - Anwendung von AMECO3 anhand von Fallstudien



Einführung

- Der Anwendungsleitfaden beinhaltet 8 Kapitel:
 - Kapitel 1 – Einführung und Zielsetzung
 - Kapitel 2 – Programmiersprache und -umgebung
 - Kapitel 3 – Allgemeine Funktionen des Programms AMECO3
 - Kapitel 4 – Technische Beschreibung von AMECO3
 - Kapitel 5 – Software-Ausgabe
 - Kapitel 6 – Anleitung zur Nutzung von AMECO3
 - Kapitel 7 – Fallstudien
 - Kapitel 8 – Literatur



Einführung

- Der Anwendungsleitfaden beinhaltet 8 Kapitel:
 - Kapitel 1 – Einführung und Zielsetzung
 - Kapitel 2 – Computersprache und -umgebung
 - **Kapitel 3 – Allgemeine Funktionen des Programms AMECO3**
 - Kapitel 4 – Technische Beschreibung von AMECO3
 - Kapitel 5 – Software-Ausgabe
 - Kapitel 6 – Anleitung, wie das Werkzeug AMECO3 angewendet wird
 - Kapitel 7 – Fallstudien
 - Kapitel 8 – Referenzen



Allgemeine Funktionen von AMECO3

- **AMECO3** befasst sich mit Brücken oder Gebäuden aus Stahl und Beton
- Es werden **24 Umweltindikatoren** betrachtet, die den folgenden Gruppen zugeordnet werden:
 - Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen
 - Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes (Ressourcen, Sekundärmaterialien, Brennstoffe und Wasser)
 - andere Umweltinformationen, die verschiedene Abfallkategorien beschreiben
 - sonstige Umweltinformationen, die Output-Stoffflüsse beschreiben (z.B. Stoffe zum Recycling und exportierte Energie)



Allgemeine Funktionen von AMECO3

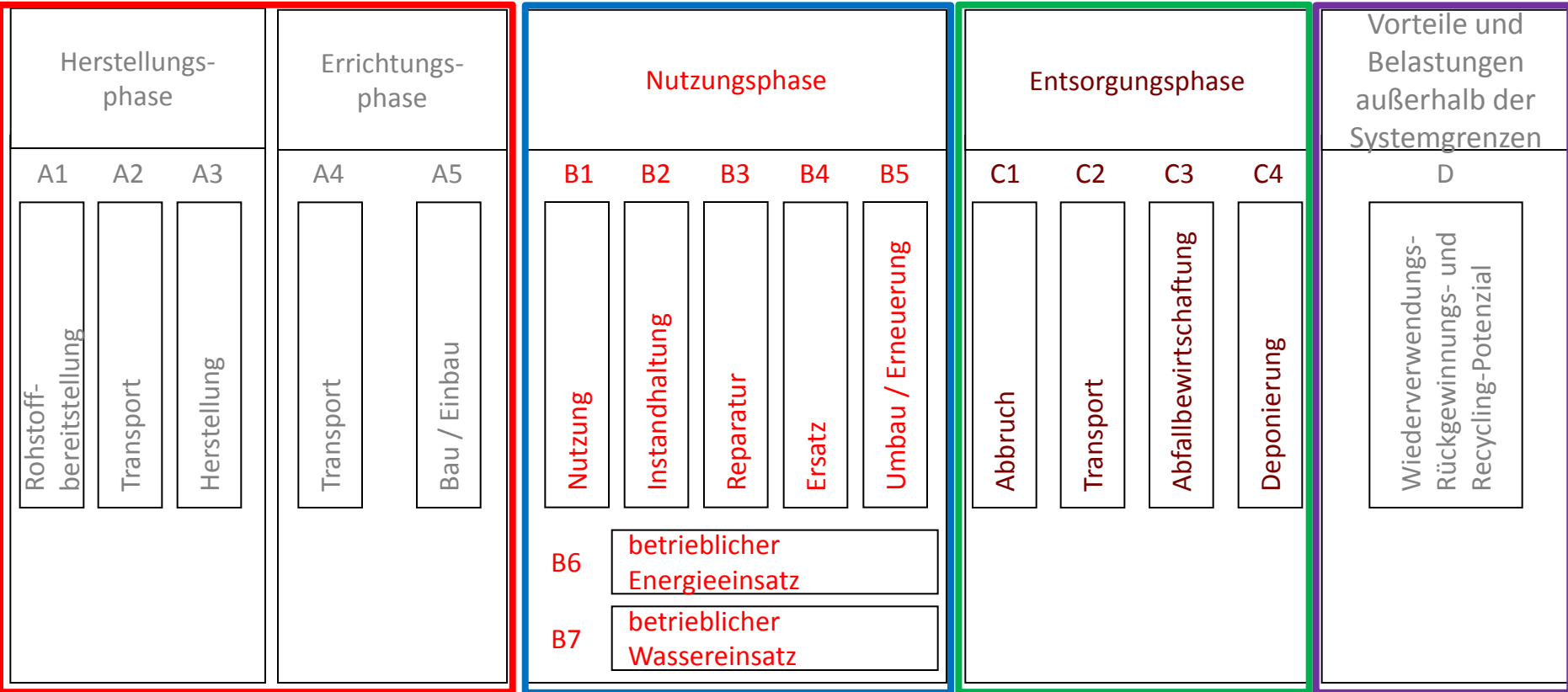
- Darüber hinaus wird jeder Indikator in die folgenden **4 Module** aufgeteilt:
 - Modul A: Herstellungs- und Errichtungsphase
 - Modul B: Nutzungsphase
 - Modul C: Entsorgungsphase
 - Modul D: Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen

Modul A

Modul B

Modul C

Modul D



Pflicht

EPD von der Wiege bis zum Werkstor (cradle-to-gate)

Pflicht

optional

EPD Wiege bis Werkstor mit Optionen (cradle-to-gate with options)

Pflicht

optional

EPD von der Wiege bis zur Bahre (cradle-to-grave)

Allgemeine Funktionen von AMECO3

- Berücksichtigte Wirkungsindikatoren

Umweltwirkungen				
Index	Daten verfügbar	Abkürzung	Bezeichnung	Einheit
1	Ja	GWP	Treibhauspotenzial	t _{CO2-Äqv.}
2	Ja	ODP	Ozonabbaupotenzial	t _{CFC11-Äqv.}
3	Ja	AP	Versauerungspotenzial	t _{SO2-Äqv.}
4	Ja	EP	Eutrophierungspotenzial	t _{PO4-Äqv.}
5	Ja	POCP	Photochemisches Ozonbildungspotenzial	t _{Ethen-Äqv.}
6	Ja	ADP-e	Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen – Stoffe	t _{Sb-Äqv.}
7	Ja	ADP-ff	Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen - fossile Brennstoffe	GJ unterer Heizwert

Allgemeine Funktionen von AMECO3

- Berücksichtigte Wirkungsindikatoren

Ressourceneinsatz, Sekundärmaterialien und Brennstoffe				
Index	Daten verfügbar	Abkürzung	Bezeichnung	Einheit
8	Nein	RPE	erneuerbare Primärenergie als Energieträger	GJ u. Hw.
9	Nein	RER	erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	GJ u. Hw.
10	Ja	RPE-total	Gesamtsumme erneuerbare Primärenergie (Summe aus erneuerbarer Primärenergie als Energieträger und zur stofflichen Nutzung)	GJ u. Hw.
11	Nein	Non-RPE	nicht erneuerbare Primärenergie als Energieträger	GJ u. Hw.
12	Nein	Non-RER	nicht erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	GJ u. Hw.
13	Ja	Non-RPE-total	Gesamtsumme nicht erneuerbare Primärenergie (Summe aus nicht erneuerbarer Primärenergie als Energieträger und zur stofflichen Nutzung)	GJ u. Hw.
14	Nein	SM	Einsatz von Sekundärstoffen	t
15	Nein	RSF	erneuerbare Sekundärbrennstoffe	GJ u. Hw.
16	Nein	Non-RSF	nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe	GJ u. Hw.
17	Ja	NFW	Einsatz von Süßwasserressourcen	Tsd. m ³

Allgemeine Funktionen von AMECO3

- Berücksichtigte Wirkungsindikatoren

Abfallkategorien				
Index	Daten verfügbar	Abkürzung	Bezeichnung	Einheit
18	Ja	HWD	Gefährliche Abfälle zur Deponierung	t
19	Ja	Non-HWD	entsorgte nicht gefährliche Abfälle	t
20	Ja	RWD	entsorgte radioaktive Abfälle	t

Andere Output-Flüsse				
Index	Daten verfügbar	Abkürzung	Bezeichnung	Einheit
21	Nein	CR	Komponenten für die Wiederverwendung	t
22	Nein	MR	Stoffe zum Recycling	t
23	Nein	MER	Stoffe für die Energierückgewinnung	t
24	Nein	EE	exportierte Energie	t



Allgemeine Funktionen von AMECO3

- Im Vergleich zu vorherigen Versionen ist die wesentliche Neuerung in AMECO3 die Einführung der **Nutzungsphase** bei den Berechnungen der Umweltwirkungen.
- Sie erlaubt die **Abschätzung des Energiebedarfs** für eine Vielzahl von Gebäudesystemen.
- Die Berechnungen basieren auf mehreren internationalen Normen, z. B. ISO-13370, ISO-13789 und ISO-13790 sowie der europäischen Norm EN 15316.
- Die Einbeziehung der Nutzungsphase ist nur für Gebäude möglich!

Definition eines Projektes in AMECO3

- Zur Berechnung der Umweltwirkungen bedarf es mehrerer Mengenangaben, die unter anderem Folgendes beschreiben:
 - das Tragwerk
 - die Art, wie Elemente zur Baustelle transportiert werden
 - Information darüber, wie Elemente nach dem Rückbau des Bauwerks genutzt werden
- Schritte zur **Definition eines Gebäudes**:
 - Definition allgemeiner Parameter (Hauptgeometrie, Standort, Nutzung...)
 - Definition der Bodenplatte und der Decken
 - Definition des Tragwerks
 - Gebäudehülle (Fassaden und Dach)
 - Gebäudenutzung (unterteilt in drei Perioden pro Tag und Unterscheidung zwischen Werktagen und Wochenende)
 - Gebäudesysteme (Heizsystem, Kühlsystem, Lüftung...)
 - Transportannahmen
 - Nachnutzungsphase



Einführung

- Der Anwendungsleitfaden beinhaltet 8 Kapitel:
 - Kapitel 1 – Einführung und Zielsetzung
 - Kapitel 2 – Computersprache und -umgebung
 - Kapitel 3 – Allgemeine Funktionen des Programms AMECO3
 - **Kapitel 4 – Technische Beschreibung von AMECO3**
 - Kapitel 5 – Software-Ausgabe
 - Kapitel 6 – Anleitung, wie das Werkzeug AMECO3 angewendet wird
 - Kapitel 7 – Fallstudien
 - Kapitel 8 – Referenzen



Berechnungsprozess

- Wie zuvor bereits erwähnt, nutzt AMECO3 24 Umweltindikatoren im Kalkulationsprozess, die in die folgenden vier Module aufgespalten werden:
 - Modul A: Herstellungs- und Errichtungsphase
 - Modul B: Nutzungsphase
 - Modul C: Entsorgungsphase
 - Modul D: Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen
- Diese 24 Indikatoren folgen den gleichen Formeln.
- Nur die in den Formeln jeweils genutzten „**Einflusskoeffizienten**“ werden verändert.
- Diese Koeffizienten sind in AMECO3 vordefiniert und können nicht vom Nutzer angepasst werden.

Berechnungsprozess

- Berücksichtigte Wirkungsindikatoren

Impact coefficient considered	Denomination
RER: Steel plate worldsteel	$k_{RERStPI}$
RER: Steel sections worldsteel	$k_{RERStSec}$
GLO: Steel rebar worldsteel	k_{GLOSt}
RER: Steel hot dip galvanized worldsteel	$k_{RERStHDG}$
DE: Concrete C20/25 PE	$k_{DEConC20}$
DE: Concrete C30/37 PE	$k_{DEConC30}$
DE: Glued laminated timber PE [for 1kg]	k_{DEW}
GLO: Value of scrap worldsteel	k_{GLO}
Steel building demolition - impact for 1kg treated	$k_{StBldgDem}$
CH: disposal, building, concrete, not reinforced, to final disposal	k_{CHCon}
CH: disposal, building, reinforcement steel, to final disposal	k_{CHSt}
CH: disposal, building, concrete, not reinforced, to sorting plant [incl. 40% to sanitary landfill]	$k_{CHConFit}$
CH: disposal, building, reinforcement steel, to sorting plant	$k_{CHStFit}$
CH: disposal, concrete, 5% water, to inert material landfill	$k_{CHConLaf}$
CH: gravel, unspecified, at mine	k_{CHGr}
RER: Landfill for inert matter (Steel) PE	$k_{RERStLaf}$
EU-27: Waste incineration of wood products (OSB, particle board) ELCD/CEWEP <p-agg> [1kg wood]	k_{EUWInc}
Credit for waste incineration (agg minus p-agg)	k_{WInc}
EU-27: Landfill of wood products (OSB, particle board) PE <p-agg>	k_{EUWLaF}
CH: disposal, inert material, 0% water, to sanitary landfill	k_{CHLaf}
RER: Articulated lorry transport PE [for 1tkm]	k_{RERALT}
Transport by train [for 1tkm]	k_{Tr}
Transport by concrete truck [for 100kgkm]	k_{Cont}
Average European transportation for steel [for 1t on average European distance]	k_{StAvg}
EU-27: Electricity grid mix PE [1kWh]	k_{EUENic}
Electricity Output Recovery	k_{EOR}
RER: Steel plate worldsteel (scrap input)	$k_{RERStPIO}$
RER: Steel sections worldsteel (scrap input)	$k_{RERStSecO}$
RER: Steel hot dip galvanized worldsteel (scrap input)	$k_{RERStHDGO}$
GLO: Steel rebar worldsteel (scrap input)	k_{GLOStO}

In AMECO3 werden die Einflusskoeffizienten für 10 Indikatoren definiert. Fünf weitere Koeffizienten haben dieselben konstanten Werte. Die verbleibenden 9 Indikatoren werden aufgrund von Datenlücken auf Null gesetzt.

k_{EOR}	8.865E-01
$k_{RERStPIO}$	1.125E-01
$k_{RERStSecO}$	8.492E-01
$k_{RERStHDGO}$	9.162E-02
k_{GLOStO}	6.983E-01

Berechnungsprozess

- Formeln für Modul A (Herstellungs- und Errichtungsphase)

Module A			
Product stage	A1 Raw material supply	Concrete of floors	$m_{consl} k_{DECon}$
		Steel sheets	$m_{tss} k_{RERStHDG}$
		Concrete of structure	$(m_{tcb} + m_{tcc}) k_{DECon}$
		Steel reinforcement	$(m_{conrs} + m_{trs}) k_{GLOSt}$
		Steel beams	$m_{tsb} (1 + S_{plos}) k_{RERStSec}$
		Steel columns	$m_{tsc} (1 + S_{plos}) k_{RERStSec}$
		Wood beams	$m_{twb} k_{DEW}$
		Wood columns	$m_{twc} k_{DEW}$
	A3 Manufacturing	Production losses	$(m_{tsb} + m_{tsc}) S_{plos} k_{RERALT} / 10$
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{GLOSt}$
		Plate connections	$m_{tpl} k_{RERStPI}$
	A1-A3	Macro-component	
Construction process stage	A4 Transport	Concrete - mixer truck	$m_{conmix} d_{conmix} k_{Cont} / 100$
		Concrete - regular truck	$m_{conreg} d_{conreg} k_{RERALT} / 1000$
		Steel - regular truck	$m_{sreg} d_{sreg} k_{RERALT} / 1000$
		Steel - train	$m_{str} d_{str} k_{Tr} / 1000$
		Steel - average transport	$m_{tstrtot} k_{StAvg}$
		Wood - train	$m_{wtr} d_{wtr} k_{Tr} / 1000$
		Wood - regular truck	$m_{wreg} d_{wreg} k_{RERALT} / 1000$
		Macro-component	
Total Module A			Sum of all quantities in module A



Berechnungsprozess

- Die Berechnung von Modul B (Nutzungsphase), beinhaltet mehrere Schritte:
 - Berechnung der Eigenschaften der Bodenplatte
 - Berechnung des Energiebedarfs für die Raumheizung und damit verbundene solare Wärmegewinne
 - Berechnung des Energiebedarfs für die Raumkühlung und damit verbundene solare Wärmegewinne
 - Berechnung des Energiebedarfs für das Warmwassersystem
- Alle Formeln für diese Schritte betreffenden werden im Anwendungsleitfaden angegeben.

Berechnungsprozess

- Formeln für Modul C (Entsorgungsphase)

Module C			
End of life	C1 Deconstruction	Steel sheets	$m_{ts} k_{StBldgDem}$
		Steel beams	$m_{tb} k_{StBldgDem}$
		Steel columns	$m_{tc} k_{StBldgDem}$
		Steel studs and bolts	$(m_{ts} + m_{tb}) k_{StBldgDem}$
		Plate connections	$m_{tp} k_{StBldgDem}$
	C2 Transport	Steel sheets	$m_{ts} k_{REALT} / 10$
		Steel beams	$m_{tb} k_{REALT} / 10$
		Steel columns	$m_{tc} k_{REALT} / 10$
		Steel studs and bolts	$(m_{ts} + m_{tb}) k_{REALT} / 10$
		Plate connections	$m_{tp} k_{REALT} / 10$
		Wood beams	$m_{twb} k_{REALT} / 10$
		Wood columns	$m_{twc} k_{REALT} / 10$
		Macro-component	
	C3 Waste processing	Concrete of floors to sorting plant	$m_{consl} eol_{sfz} k_{Corr}$
		Concrete of structure to sorting plant	$(m_{tcb} + m_{tcc}) eol_{sfz} k_{Corr}$
		Rebars to sorting plant	$(m_{conrs} + m_{trs}) eol_{sfz} k_{CHSEPF}$
	C4 Disposal	Steel sheets	$m_{ts} (1 - eol_{sd}) k_{REKSLof}$
		Steel beams	$m_{tb} (1 - eol_{sbc}) k_{REKSLof}$
		Steel columns	$m_{tc} (1 - eol_{sbc}) k_{REKSLof}$
		Steel studs and bolts	$(m_{ts} + m_{tb}) (1 - eol_{sbc}) k_{REKSLof}$
		Plate connections	$m_{tp} (1 - eol_{spi}) k_{REKSLof}$
		Concrete of floors landfilled	$m_{consl} [(1 - eol_{sfz}) k_{CHCon} + (eol_{sfz} - val_{consl}) k_{CHConLof}]$
		Concrete of structure landfilled	$(m_{tcb} + m_{tcc}) [(1 - eol_{sfz}) k_{CHCon} + (eol_{sfz} - val_{consl}) k_{CHConLof}]$
		Rebars landfilled	$(m_{conrs} + m_{trs}) (1 - eol_{sfz}) k_{CHSL}$
		Wood beams	$m_{twb} (inc_w k_{EUWWG} + (1 - inc_w) k_{EUWLGf})$
		Wood columns	$m_{twc} (inc_w k_{EUWWG} + (1 - inc_w) k_{EUWLGf})$
		Macro-component	
	Total Module C		Sum of all quantities in module C

Berechnungsprozess

- Formeln für Modul D (Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen)

Module D			
Benefits and loads beyond the system boundaries	D Benefits	Concrete of floors	$- m_{consl} val_{confl} k_{CHGr}$
		Steel sheets	$- m_{tss} (eol_{sd} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO}$
		Concrete of structure	$- (m_{tcb} + m_{tcc}) val_{const} k_{CHGr}$
		Steel reinforcement	$- (m_{conrs} + m_{trs}) (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$
		Steel beams	$- m_{tsb} [(eol_{sbc} - k_{RERStSec0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)]$
		Steel columns	$- m_{tsc} [(eol_{sbc} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)]$
		Steel studs and bolts	$- (m_{tst} + m_{tbo}) (eol_{stbo} - k_{GLOSt0}) k_{GLO}$
		Plate connections	$- m_{tpl} (eol_{spl} - k_{RERStPIO}) k_{GLO}$
		Wood beams	$- m_{twb} (inc_w k_{Wd} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3.6)$
		Wood columns	$- m_{twc} (inc_w k_{Wd} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3.6)$
		Macro-component	
Total Module D		Sum of all quantities in module D	



Einführung

- Der Anwendungsleitfaden beinhaltet 8 Kapitel:
 - Kapitel 1 – Einführung und Zielsetzung
 - Kapitel 2 – Computersprache und -umgebung
 - Kapitel 3 – Allgemeine Funktionen des Programms AMECO3
 - Kapitel 4 – Technische Beschreibung von AMECO3
 - **Kapitel 5 – Software-Ausgabe**
 - Kapitel 6 – Anleitung, wie das Werkzeug AMECO3 angewendet wird
 - Kapitel 7 – Fallstudien
 - Kapitel 8 – Referenzen



Software-Ausgabe

- Die Ergebnisse von AMECO3 werden abhängig von der gewählten Option unterschiedlich dargestellt:
 - Berechnungsblatt (Tabelle)
 - Histogramm für die ausgewählten Einflüsse (mit der Möglichkeit, diese für verschiedene ausgewählte Module getrennt darzustellen)
 - Diagramme, die die Summen der Module A bis C oder der Module A bis D für alle Einflüsse darstellen
- Die verschiedenen Möglichkeiten werden später demonstriert.



Einführung

- Der Anwendungsleitfaden beinhaltet 8 Kapitel:
 - Kapitel 1 – Einführung und Zielsetzung
 - Kapitel 2 – Computersprache und -umgebung
 - Kapitel 3 – Allgemeine Funktionen des Programms AMECO3
 - Kapitel 4 – Technische Beschreibung von AMECO3
 - Kapitel 5 – Software-Ausgabe
 - **Kapitel 6 – Anleitung, wie das Werkzeug AMECO3 angewendet wird**
 - Kapitel 7 – Fallstudien
 - Kapitel 8 – Referenzen



Anleitung zur Nutzung von AMECO3

- Kapitel 6 im Leitfaden beinhaltet eine Nutzungsanleitung für AMECO3.
- Für eine vollständige Untersuchung eines Gebäudes werden Angaben zu folgenden Parametern benötigt:
 - Projekt
 - Gebäude
 - Hülle
 - Bodenplatte
 - Dach
 - Nutzung
 - Systeme
 - Decken
 - Tragwerk
 - Transport
 - Ergebnisse



Anleitung zur Nutzung von AMECO3

- Für eine ausschließliche Bewertung des Tragwerks müssen folgende Angaben vorliegen:
 - Projekt
 - Gebäude
 - Boden- und Deckenplatten
 - Tragwerk
 - Transport



Einführung

- Der Anwendungsleitfaden beinhaltet 8 Kapitel:
 - Kapitel 1 – Einführung und Zielsetzung
 - Kapitel 2 – Computersprache und -umgebung
 - Kapitel 3 – Allgemeine Funktionen des Programms AMECO3
 - Kapitel 4 – Technische Beschreibung von AMECO3
 - Kapitel 5 – Software-Ausgabe
 - Kapitel 6 – Anleitung, wie das Werkzeug AMECO3 angewendet wird
 - **Kapitel 7 – Fallstudien**
 - Kapitel 8 – Referenzen

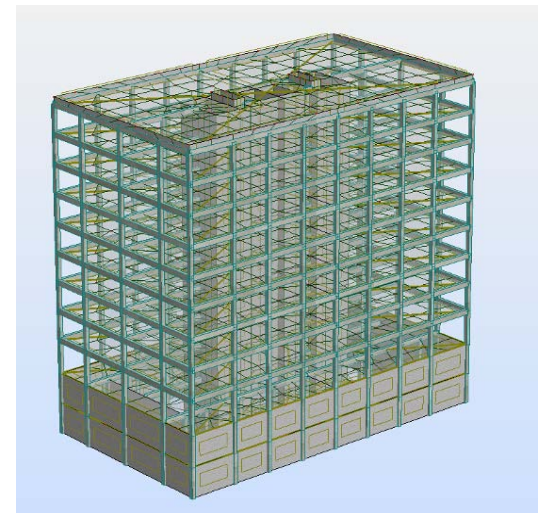


Fallstudien

- Kapitel 7 widmet sich der Untersuchung von Fallstudien.
- Ziel ist es, die Berechnung der Umweltwirkungen von verschiedenen Gebäudearten darzustellen.
- Drei Gebäudearten werden in den Fallstudien betrachtet:
 - Bürogebäude
 - Wohngebäude
 - Industriehalle
- Die Fallstudien werden in dieser Präsentation kurz vorgestellt und im weiteren Verlauf des Workshops detaillierter dargestellt.

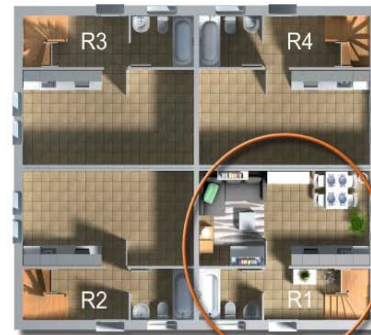
Fallstudien – Bürogebäude

- Drei Arten von üblichen Tragsystemen in Europa werden analysiert:
 - Stahl-Beton Verbundkonstruktion
 - Betonkonstruktion
 - Optimierte Stahl-Beton Verbundkonstruktion (anhand eines Öko-Designs optimiert)
- Die Entwürfe wurden von einem externen Ingenieurbüro erstellt und von einer Gruppe unabhängiger Experten geprüft.



Fallstudien – Wohngebäude

- Für diese Fallstudie wurde ein 4-Familien-Haus aus Rumänien ausgewählt.
- Das Gebäude ist in 4 Wohneinheiten mit je 55 m² Nutzfläche aufgeteilt. Die Wohnungen sind gleichmäßig auf zwei Etagen angeordnet.

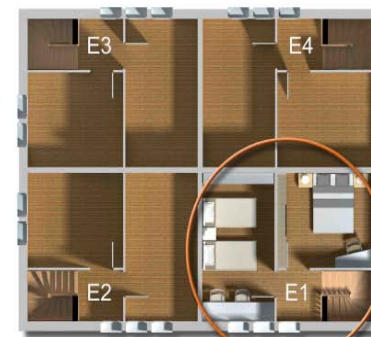


Ground floor lots 1 to 4

R1



Ground floor lot 1



First floor lots 1 to 4

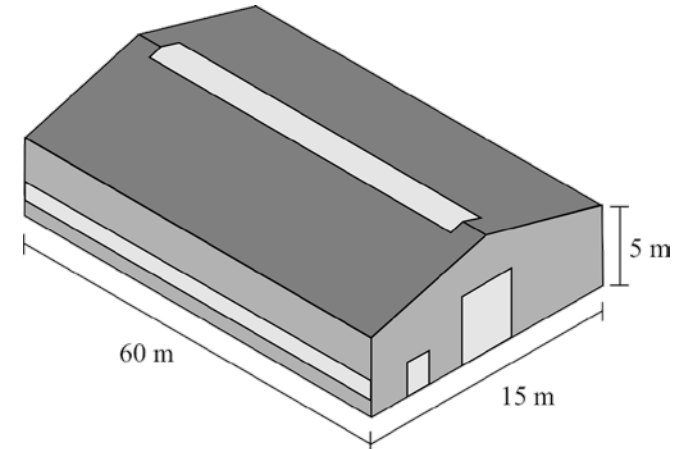
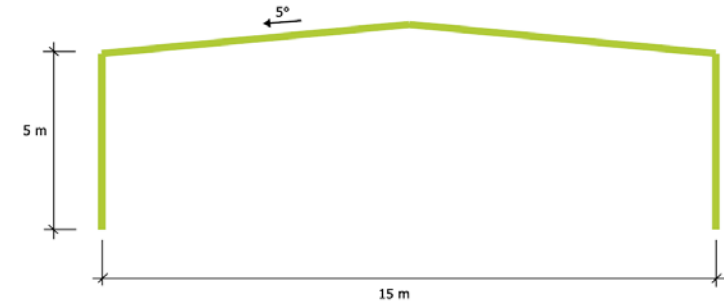
E1



First floor lot 1

Fallstudien – Industriehalle

- Es wird ein eingeschossiges Industriegebäude mit einer Fläche von 900 m² betrachtet.
- Zwei unterschiedliche Tragsysteme werden untersucht:
 - Zweigelenkrahmen mit biegesteifen Rahmenecken, bestehend aus warmgewalzten Profilen
 - Eingespannte Stützen mit gelenkig angeschlossenen Binder, bestehend aus Stahlbetonelementen





Die nächste Präsentation beinhaltet eine Beschreibung der Software AMECO3 und der iPad-Applikation.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit...