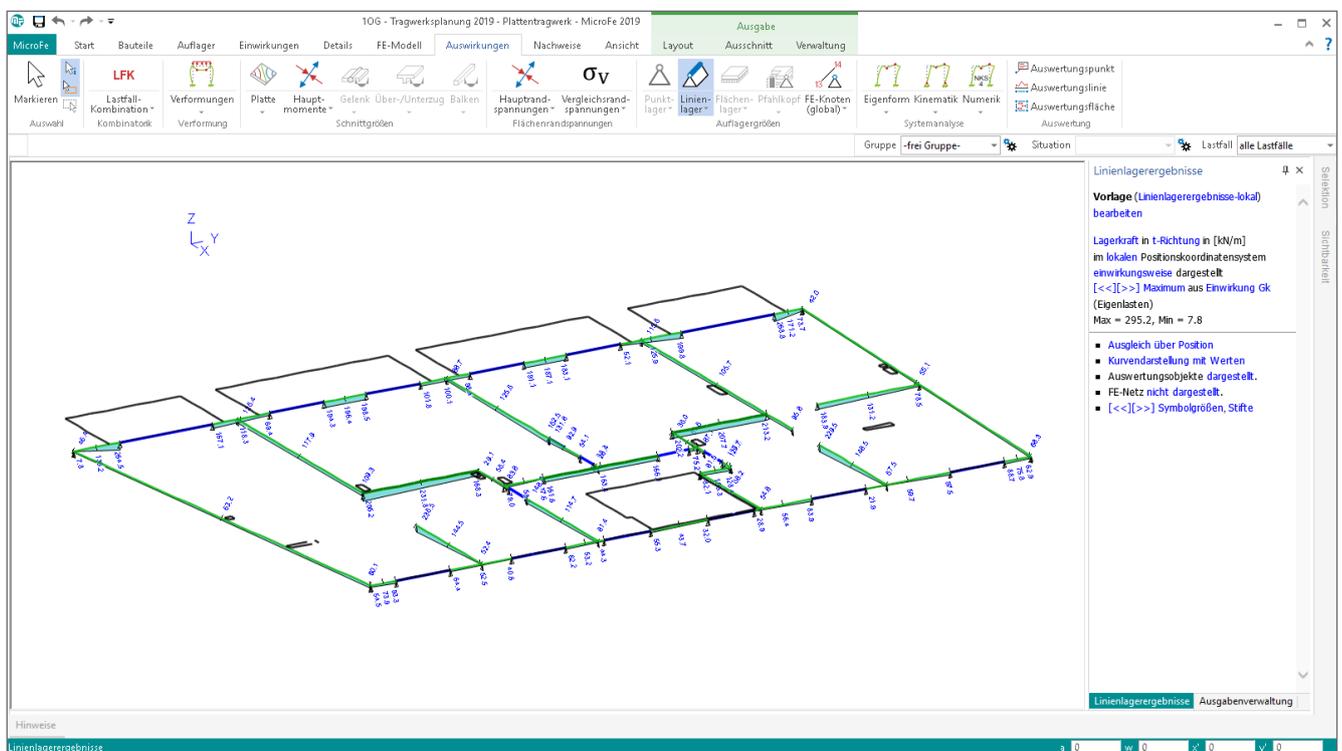


Dipl.-Ing.(FH) Markus Öhlenschläger

Vertikaler Lastabtrag

Leistungsbeschreibung des MicroFe-Moduls M161 Lastübergabe, Lastübernahme

Die Abtragung aller vertikal wirkender Belastungen vom Dach bis in die Gründung ist die wesentliche Aufgabe eines Tragwerkes. Neben den für die Nutzung und Ausführung zu treffenden Lastannahmen ist auch die Erfassung aller wesentlicher Bauteile von Bedeutung für eine korrekte Lastermittlung und Tragwerksplanung. Mit dem Zusatzmodul „M161 Lastübergabe, Lastübernahme“ wird MicroFe PlaTo zum idealen und effizienten Hilfsmittel für den Geschossbau.



Wesentliches Ziel bei der Implementierung und Weiterentwicklung von MicroFe ist es, ein ideales Werkzeug für den Alltag des Tragwerksplaners anzubieten. MicroFe zeichnet sich daher durch ein hohes Maß an Praxisbezug aus. MicroFe liefert neben den ausgereiften und umfangreichen mechanischen Finite-Elemente-Grundlagen eine Vielzahl an ingenieurmäßigen Lösungen und Nachweisführungen. Genau durch diese Kombination wird MicroFe zu einem effektiven und wirtschaftlichen Werkzeug für den Tragwerksplaner.

In der Regel werden Geschossdecken im üblichen Hochbau über 2D-FE-Berechnungen berechnet und nachgewiesen. Alle Lagerreaktionen wirken als Belastungen für folgende Geschosse.

Diese Arbeitsweise wird mit dem MicroFe-Paket „PlaTo“ und dem Zusatzmodul „M161 Lastübergabe, Lastübernahme“ aufgegriffen. Die Weitergabe von Lagerreaktionen als Belastungen für unterhalb liegende Geschossdecken wird in Sekunden durchgeführt. Zusätzlich entsteht mühelos eine korrekte und umfassende Lastermittlung für die Gründung des Tragwerkes.

Modellierung und Auswertung des Tragwerks

Geometrie

Alle benötigten Optionen zur Modellierung eines 2D-Platten-Tragwerks mit MicroFe PlaTo werden über die Menüband-Register „Bauteile“ und „Auflager“ erreicht. Die Modellierung erfolgt hierbei positionorientiert. D.h. alle Bauteile wie Decken oder Unterzüge werden als Bauteil-Positionen und alle Lager z.B. als Stützenlager- oder Wandlager-Positionen definiert. Die Summe aller Positionen bildet das FE-System, welches von MicroFe mit einem mechanischen FE-Netz ausgestattet wird.

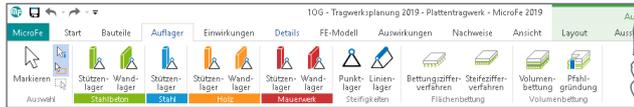


Bild 1. Menüband-Register „Auflager“

Einwirkungen

Nach erfolgreicher Modellierung sind alle Belastungen auf das FE-Modell anzusetzen. Eigenlasten aus den Bauteilen werden durch MicroFe automatisiert bestimmt. Zusätzlich bieten z.B. die Plattenbauteile auch die Eingabe von Nutzlasten. Alle weiteren Belastungen auf die Platte werden in Form von Punkt-, Linien- oder Flächenlasten definiert. Der komplette Umfang der Belastungsmöglichkeiten wird im Register „Einwirkungen“ des Menübandes aufgeführt.

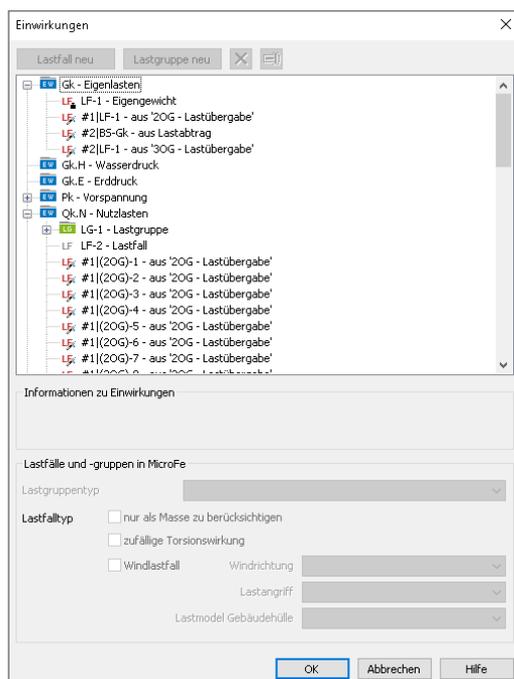


Bild 2. Lastfälle und Einwirkungen im FE-Modell

Innerhalb der Last-Positionen werden mehrere Lastfälle mit Lastwerten ausgestattet. Innerhalb der Belastungen bilden die Lastfälle die niedrigste Hierarchiestufe. Alle Belastungen innerhalb eines Lastfalles wirken gleichzeitig. Über Lastfallgruppen können auch ausschließende Lasten definiert werden. Lastfälle und Lastgruppen werden Einwirkungen zugeordnet, wodurch die automatische Kombination, unter Berücksichtigung von Kombinations- und Teilsicherheitsbeiwerten, ermöglicht wird.



Bild 3. Menüband-Register „Einwirkungen“

Ist bereits ein Deckensystem in einem oberhalb liegenden Geschoss vorhanden und bemessen, können die Lagerreaktionen in einem Zug als Belastung übernommen werden. Dies wird über die Schaltfläche „Lastübernahme“ 1 möglich.

Ergebnisse

Nach erfolgreicher Berechnung des FE-Systems stehen eine Vielzahl von Ergebnissen bereit. Diese reichen von FE-bezogenen Informationen, über Auflagerreaktionen und Schnittgrößen, bis zu ingenieurmäßigen Bemessungen und Nachweisführungen. Die Ergebnisse gliedern sich in zwei Register des Menübandes:

- Das Register „Auswirkungen“ zeigt die unmittelbaren Ergebnisse aus der FE-Berechnung. Die liegen i.d.R. charakteristisch und lastfallbezogen vor. Neben der lastfallbezogenen Darstellung können Ergebnisse kombiniert oder bezogen der Einwirkungszuordnung ausgewertet werden.
- Das Register „Nachweise“ überführt die charakteristischen Ergebnisse in ingenieurgemäße Interpretationen und Nachweisführungen.

Lastübergabe und Lastübernahme verwenden

Nach der eigentlichen Bemessungsaufgabe in MicroFe, der Nachweisführung der Decken und Unterzüge, sind weitere Ergebnisse des Systems für die weitere Bearbeitung von besonderer Bedeutung. So sind alle Lagerreaktionen als Belastungen für im Tragwerk unterhalb angeordneter Bauteile zu berücksichtigen.

Innerhalb der mb WorkSuite stehen drei Varianten zur Übernahme von Lagerreaktionen als Belastungen zur Verfügung. Die „Einzelwertübernahme“ bezieht sich auf einzelne Lastwerte eines Lagers. Als nächste Stufe bietet der „Lastabtrag“ die einwirkungsbezogene Übernahme aller Lastanteile eines gewählten Lagers.

Speziell für MicroFe 2D-FE-Berechnungen (Paket MicroFe PlaTo) ermöglicht das Zusatzmodul „M161 Lastübergabe, Lastübernahme“ die Übernahme aller Lastanteile aus allen Lager-Positionen eines MicroFe-Deckensystems. Alle Lager-Positionen werden mit ihren Lastwerten und geometrischen Lagern korrekt und umfassend als Belastung berücksichtigt.

Die Lastübergabe bezieht sich auf den Lastabtrag zwischen 2D-FE-Berechnungen. Die Übergabe konzentriert sich daher auf die vertikalen Beanspruchungen. Horizontale Lasten sind in 2D-FE-Modellen nicht vorhanden. Durch die getrennte Bearbeitung der 2D-FE-Systeme können Wechselwirkungen infolge Einspannungen nicht erfasst werden. Daher werden Momente an den Lagern nicht übertragen.

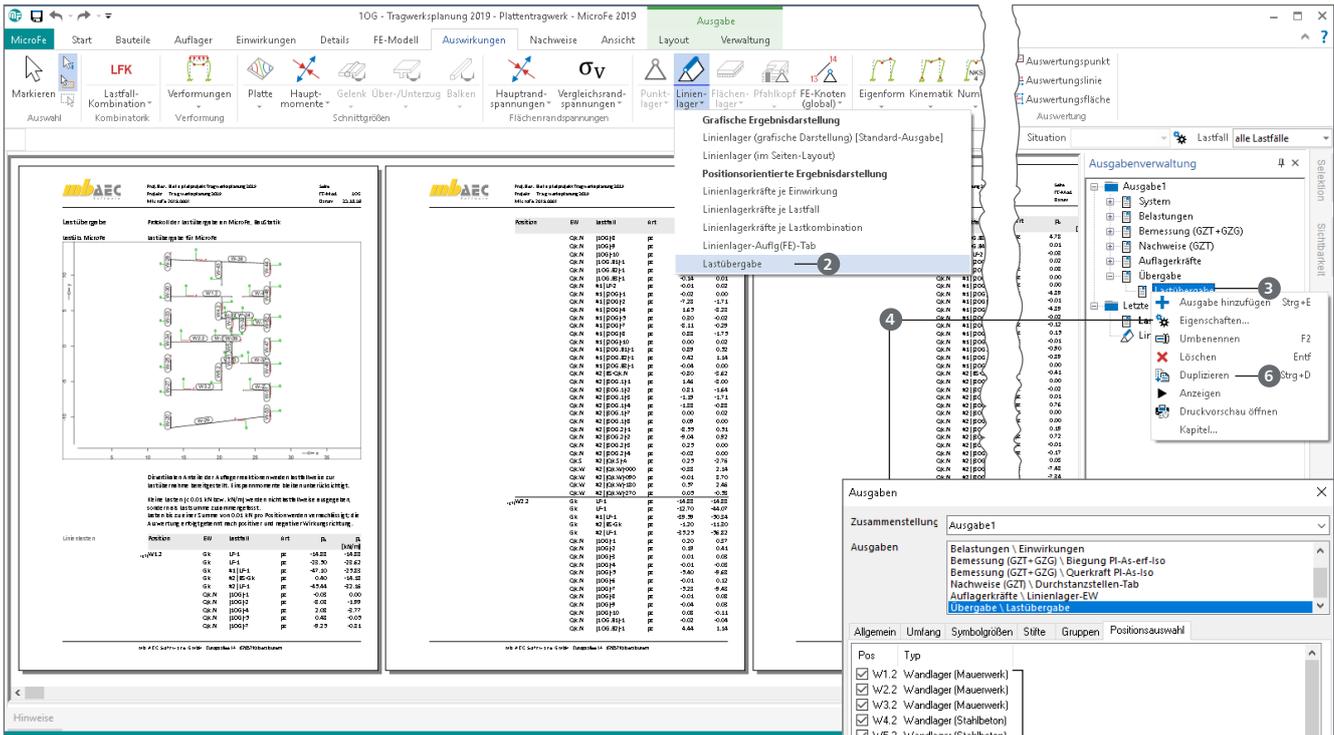


Bild 4. Ausgabe der Lastübergabe im Menüband und in der Ausgabenverwaltung

Lastübergabe im lastbringenden System

Für die Lastübergabe aus einem MicroFe-Modell steht eine prüffähige und nachvollziehbare Ausgabe bereit. Geöffnet wird diese über das Menüband-Register „Auswirkungen“, über den unteren Teil der Auswahl Schaltflächen „Punktlager“ oder „Linienlager“, Eintrag „Lastübergabe“ 2.

Zusätzlich befindet sich die Ausgabe der Lastübergabe in der standardmäßig vorhandenen „Ausgabe1“ der Ausgabenverwaltung 3. Durch einen Doppelklick auf das Ergebnis „Lastübergabe“ öffnet sich ebenfalls die gewünschte Dokumentation.

Mit einem Rechtsklick auf ein in der Ausgabenverwaltung vorhandenes Ergebnis, können dessen Eigenschaften 4 geöffnet und der Umfang der Übergabe bestimmt werden. Im Standardfall sind immer alle Lager-Positionen ausgewählt 5. Je nach Tragwerksstruktur kann der Inhalt der Übernahme in Bezug auf die beinhaltenden Positionen gesteuert werden.

Die Steuerung des Umfanges wird dann notwendig, wenn die Lagerreaktionen nicht nur auf ein, sondern auf mehrere MicroFe-Modelle aufgeteilt werden sollen.

In Bild 5 ist ein Deckensystem erkennbar, das im linken Bereich den Gebäudeteil „A“ und im rechten Bereich den Gebäudeteil „B“ belastet. Der mittlere Bereich überbrückt einen Durchgang.

Hierzu wird in der Ausgabenverwaltung das Ergebnis „Lastübergabe“ über das Kontextmenü (rechte Maustaste) dupliziert 6 und umbenannt. Im Anschluss werden über die Eigenschaften die gewünschten Lagerpositionen einzeln oder durch Gruppenauswahl bestimmt.

Lastübernahme im lastempfangenden System

Die Lastübernahme im empfangenden FE-System wird über das Menüband-Register „Einwirkungen“, Schaltfläche „Lastübernahme“ durchgeführt. Der folgende Dialog bietet alle im Projekt vorhandenen Lastübergaben an.

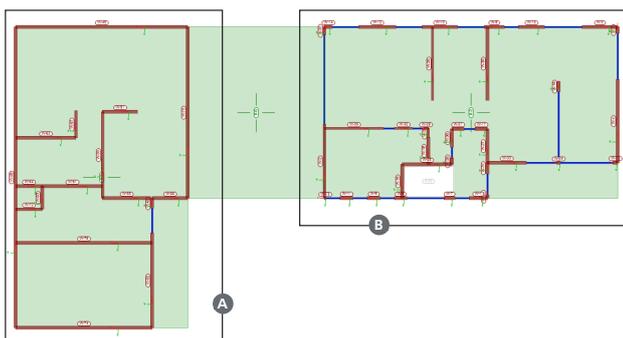


Bild 5. Deckensystem über zwei Gebäudeteile

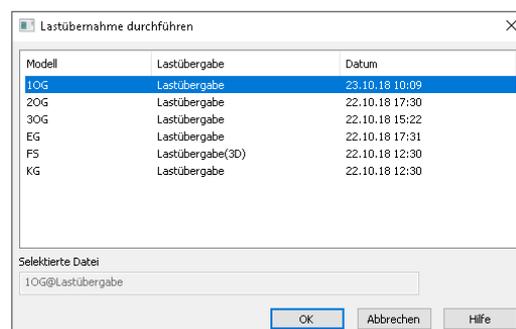


Bild 6. Auswahl der Lastübernahmen

Lastübernahmen werden im MicroFe-Modell als eigenständiger Positionstyp aufgeführt. Innerhalb des Modells repräsentiert ein umhüllendes Rechteck alle übertragenen Linien- und Punktlasten.

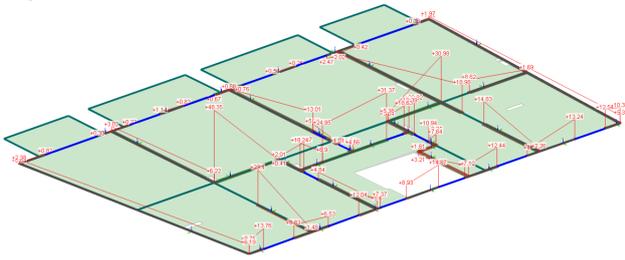


Bild 7. Inhalt der Lastübernahme

Die Eigenschaften beinhalten als wesentliche Eingabe die ausgewählte Lastübernahme. Darüber hinaus kann der Umfang beeinflusst werden.

- Wird die Lastübernahme **lastfalltreu** (7) durchgeführt, werden die Lagerreaktionen lastfall- und einwirkungstreu auf das aktuelle Modell angesetzt. Somit kann das lastempfangende System die ungünstigste Laststellung exakt ermitteln.
- Mit der Entscheidung **einwirkungstreu (Volllast)** (8) Lasten zu übernehmen, werden alle Lastfälle innerhalb der Einwirkungen summiert. Die einwirkungstreue Übernahme stellt eine Vereinfachung dar, bei der die Möglichkeiten der Suche der ungünstigsten Laststellung durch die Summierung der Lastfälle eingegrenzt werden.
- Zusätzlich kann die **Übernahme der Restlasten** (9) gesteuert werden. Restlasten sind Lagerreaktionen von Lagerpositionen, die sich geometrisch außerhalb des lastempfangenden Modells befinden.

Eigenschaften

Positionstyp: Lastübernahme

Positionen: LAUB.1

Text: Übernahme FE-Modell - Lastübergabe 20G - Lastübergabe

Umfang:

- lastfalltreu (7)
- einwirkungstreu (Volllast) (8)

Restlasten (= Lasten, die sich außerhalb des übergebenden Tragwerks befinden) übernehmen (9)

Übernehmen Verwerfen Hilfe

Bild 8. Eigenschaften der Lastübernahme-Positionen

Die Lastübergabe im lastbringenden Modell erfolgt immer lastfalltreu. Somit kann die Entscheidung zum Umfang der Übernahme gezielt im lastempfangenden Modell getroffen werden.

Besonders wenn mehrere Lastübernahmen durchgeführt werden, die evtl. Lastpfade aus übergeordneten Gebäudestrukturen wieder zusammenführen (Bild 5), wird es erforderlich, die Übernahme der Restlasten zu steuern. Die Übernahme der Restlasten sollte in diesen Fällen nur in einer Übernahme aktiviert werden.

mbAEC Projekt: Beispielprojekt Tragwerksplanung 2019 Seite: 106
FE-Mod.: IDG
Datum: 23.10.18

Protokoll der Lastübergabe an MicroFe, BauStatik

Die vertikalen Anteile der Auflagerreaktionen werden lastfallweise zur Lastübernahme bereitgestellt. Einspannmomente bleiben unberücksichtigt.

Kleine Lasten (< 0.01 kN bzw. kN/m) werden nicht lastfallweise ausgegeben, sondern als Lastsumme zusammengefasst.

Lasten bis zu einer Summe von 0.01 kN pro Position werden vernachlässigt, die Auswertung erfolgt (12) nach positiver und negativer Wirkungsrichtung.

Position	EW	Lastfall	Art	pa	ps	ps [kN/m]
Qk.N #2(30G.2)-2	pz	-7.43	-5.22			
Qk.N #2(30G.2)-3	pz	-7.34	-5.53			
Qk.N #2(30G.2)-4	pz	-0.02	0.36			
Qk.S #2(Qk.5)-A	pz	-0.20	-1.72			
Qk.W #2(Qk.W)-990	pz	0.31	2.94			
Qk.LF-1	pz	-14.88	-14.88			
Qk.N (10G.1)-1	pz	-24.55	-31.51			
Qk.N (10G.1)-5	pz	-14.21	-12.29			
Qk.N (10G.1)-6	pz	0.23	0.17			
Qk.N (10G.1)-10	pz	0.02	0.06			
Qk.N (10G.82)-1	pz	-0.09	-0.03			
Qk.N (10G.83)-1	pz	5.10	-0.65			
Qk.N (10G.84)-1	pz	2.24	0.58			
Qk.N #1(20G.2)-2	pz	0.15	0.10			
Qk.N #1(20G.5)-5	pz	-13.44	-10.03			
Qk.N #1(20G.6)-6	pz	0.55	-0.44			
Qk.N #1(20G.10)-10	pz	0.00	-0.02			
Qk.N #1(20G.82)-1	pz	-0.01	-0.03			
Qk.N #1(20G.83)-1	pz	1.33	1.26			
Qk.N #1(20G.84)-1	pz	-3.29	3.02			
Qk.N #2(BS-Qk.N)	pz	-1.20	-2.41			
Qk.N #2(30G.1)-3	pz	-1.10	-6.31			
Qk.N #2(30G.1)-7	pz	-0.01	0.01			
Qk.N #2(30G.1)-9	pz	0.68	-0.80			
Qk.N #2(30G.2)-1	pz	-0.01	-0.01			
Qk.N #2(30G.2)-2	pz	0.10	0.10			
Qk.N #2(30G.2)-3	pz	-8.11	-1.41			
Qk.N #2(30G.2)-4	pz	-9.88	-1.41			
Qk.S #2(Qk.5)-A	pz	-0.34	-1.16			
Qk.W #2(Qk.W)-990	pz	0.69	1.83			
Qk.LF-1	pz	-18.60	-18.60			
Qk.LF-1	pz	-3.21	-55.27			
Qk.#1(LF-1)	pz	-62.66	-59.73			
Qk.#2(BS-Gk)	pz	-37.93	-39.39			
Qk.#2(LF-1)	pz	-109.40	-77.78			
Qk.N (10G.2)-2	pz	4.02	-23.62			
Qk.N (10G.5)-5	pz	-1.43	3.83			
Qk.N (10G.6)-6	pz	0.04	-0.12			
Qk.N (10G.8)-8	pz	-3.91	-1.33			
Qk.N (10G.10)-10	pz	0.43	-0.99			
Qk.N (10G.81)-1	pz	-0.09	-0.29			
Qk.N (10G.82)-1	pz	-0.95	2.87			
Qk.N (10G.83)-1	pz	0.38	-1.03			
Qk.N #1(LF-2)	pz	-0.06	0.38			
Qk.N #1(20G.2)-2	pz	-5.13	-18.62			
Qk.N #1(20G.5)-5	pz	-0.44	2.58			

Einwirkungsweise Lastsummen der Punktlasten und Linienlast-Resultierenden, getrennt nach positiven und negativen Anteilen

Lasten aus Lastgruppen werden nicht berücksichtigt.

Position	EW	Art	Zpositiv [kN]	Znegativ [kN]
W1.2	Gk	Pt	-1027.2	
W1.2	Qk.N	Pt	44.16	-299.39
W2.2	Gk	Pt	-802.45	
W2.2	Qk.N	Pt	53.37	-272.59
W3.2	Gk	Pt	-939.06	
W3.2	Qk.N	Pt	39.66	-231.68
W4.2	Gk	Pt	-697.76	
W4.2	Qk.N	Pt	17.66	-167.16
W5.2	Gk	Pt	-676.39	
W5.2	Qk.N	Pt	15.95	-139.60
W6.2	Gk	Pt	-938.90	
W6.2	Qk.N	Pt	18.72	-248.14
W-19	Gk	Pt		-286.49
W-19	Qk.N	Pt	1.09	-39.03
W-20	Gk	Pt		-221.18
W-20	Qk.N	Pt	2.82	-100.52
W-21	Gk	Pt		-574.29
W-21	Qk.N	Pt	5.97	-162.00
W-22	Gk	Pt		-138.36
W-22	Qk.N	Pt	5.33	-26.57
W-23	Gk	Pt		-120.88
W-23	Qk.N	Pt	6.55	-24.65
W-24	Gk	Pt		-70.82
W-24	Qk.N	Pt	1.87	-37.61
W-25	Gk	Pt		-282.50
W-25	Qk.N	Pt	14.54	-150.17
W-26	Gk	Pt		-1031.4
W-26	Qk.N	Pt	25.33	-195.85
W-27	Gk	Pt		-240.83
W-27	Qk.N	Pt	0.96	-111.82
W-28	Gk	Pt		-164.84
W-28	Qk.N	Pt	2.31	-81.41
W-30	Gk	Pt		-272.22
W-30	Qk.N	Pt	3.01	-129.25
W-31	Gk	Pt		-25.46
W-31	Qk.N	Pt	1.93	-5.97
W-32	Gk	Pt		-120.13
W-32	Qk.N	Pt	2.50	-26.68
W-33	Gk	Pt		-270.25
W-33	Qk.N	Pt	14.19	-145.04
W-34	Gk	Pt		-179.20
W-34	Qk.N	Pt	2.88	-84.71
W-35	Gk	Pt		-189.45
W-35	Qk.N	Pt	1.71	-49.15
W-36	Gk	Pt		-912.77

Bild 9. Auszugsweise Darstellung der Lastübergabe, Lastübernahme in MicroFe

Dokumentation der Lastübergabe und Lastübernahme

Sowohl im lastbringenden als auch im lastempfangenden MicroFe-Modell kann die Dokumentation der Lastwerte und des Lastangriffes erfolgen.

Die Dokumentation der Lastübergabe im lastbringenden Modell wird über das Register „Auswirkungen“ als Teil der Lagerreaktionen erreicht. Die Lastübernahme im lastempfangenden Modell ist Bestandteil des Lastplanes, der über das Register „FE-Modell“, Schaltfläche „Lasten“ geöffnet werden kann.

Die Dokumentation (Bild 9) gliedert sich in drei Bereiche. Zuerst erfolgt die grafische Ausgabe der Lage der einzelnen Linien- und Punktlasten **10**.

In der Folge erscheinen die Lastordinaten, getrennt nach Linien- und Punktlasten. Zur leichten Orientierung erhalten die Last-Positionen innerhalb der Lastübernahme dieselben Positionsnummern wie die Lager-Positionen **11** im lastbringenden Modell.

Im Standardfall werden alle Lastfälle lastfalltreu, sortiert nach der Einwirkungszugehörigkeit, aufgelistet **12**. Die Lastfälle, die bereits durch eine Lastübernahme im lastbringenden Modell übernommen wurden, erhalten eine Nummer mit vorgestelltem „#“ **13**. Somit wird direkt erkennbar, dass in der Lastübernahme die Lagerreaktionen aus drei 2D-FE-Modellen **14** enthalten sind.

Zur besseren Lesbarkeit werden die einzelnen Lastfälle einwirkungsbezogen aufsummiert und als Summe zusätzlich in der Tabelle „Lastsummen“ **15** dokumentiert. Hierbei werden die Lastfälle getrennt nach ihrer haltenden oder treibenden Wirkung sortiert.

Einwirkungstreue Lastübernahme

Wird die einwirkungstreue Lastübernahme gewählt (Bild 8), wird im lastempfangenden Modell je Einwirkung nur ein Lastfall aufgeführt. Bei dieser vereinfachenden Lastübernahme „Volllast“ werden sowohl die haltenden als auch die treibenden Lastfälle immer gleichzeitig berücksichtigt.

Linienlasten	Position	EW	Lastfall	Art	pa	pe [kN/m]
W1.3	Gk	#1	gk	pt	-83.11	-95.12
	Qk.N	#1	qk.n	pt	-25.07	-21.29
	Qk.S	#2	(Qk.S)-A	pt	0.58	-3.69
	Qk.W	#2	(Qk.W)-090	pt	-0.42	4.96
W2.3	Gk	#1	gk	pt	-64.27	-130.97
	Qk.N	#1	qk.n	pt	-15.44	-41.93
	Qk.S	#2	(Qk.S)-A	pt	-0.11	-1.99
	Qk.W	#2	(Qk.W)-090	pt	0.17	3.38
W3.3	Gk	#1	gk	pt	-89.24	-99.36
	Qk.N	#1	qk.n	pt	-27.15	-26.01
	Qk.S	#2	(Qk.S)-A	pt	-0.46	-1.03
	Qk.W	#2	(Qk.W)-090	pt	0.85	1.75
W4.3	Gk	#1	gk	pt	-140.48	-157.02
	Qk.N	#1	qk.n	pt	-22.14	-39.32
	Qk.S	#2	(Qk.S)-A	pt	-6.03	-0.83
	Qk.W	#2	(Qk.W)-090	pt	8.08	1.36
W5.3	Gk	#1	gk	pt	-139.59	-126.51
	Qk.N	#1	qk.n	pt	-26.01	-22.29

Bild 10. Einwirkungstreue Lastübernahme

Fazit

Für den Büroalltag des Tragwerksplaners stellt die Lastübergabe in MicroFe eine erhebliche Arbeitserleichterung und Zeiteinsparung dar. Die strukturierte Ausgabe schafft die notwendige Nachvollziehbarkeit und dank der Wahl zwischen lastfall- und einwirkungstreue kann zwischen einer exakten oder vereinfachten, reduzierten Übergabe gewählt werden.

Dipl.-Ing.(FH) Markus Öhlenschläger
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Weiterführende Informationen



Video-Tutorials „MicroFe 2019 – M161 Lastübergabe, Lastübernahme“

Teil 1: Lastübergabe erzeugen
https://youtu.be/b_xL1s-gvw0

Teil 2: Lastübernahme durchführen
<https://youtu.be/tb7XmbsjRy>

Teil 3: Weitere Lastübernahmen
<https://youtu.be/LEq5PNQnFal>

Teil 4: Dokumentation
<https://youtu.be/QxFC-serRE4>

Preise und Angebote

M161 Lastübergabe, Lastübernahme 399,- EUR

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

MicroFe comfort 3.999,- EUR

MicroFe-Paket „Platten + räumliche Systeme“

PlaTo 1.499,- EUR

MicroFe-Paket „Platten“

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: November 2018

Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (64)

Preisliste: www.mbaec.de