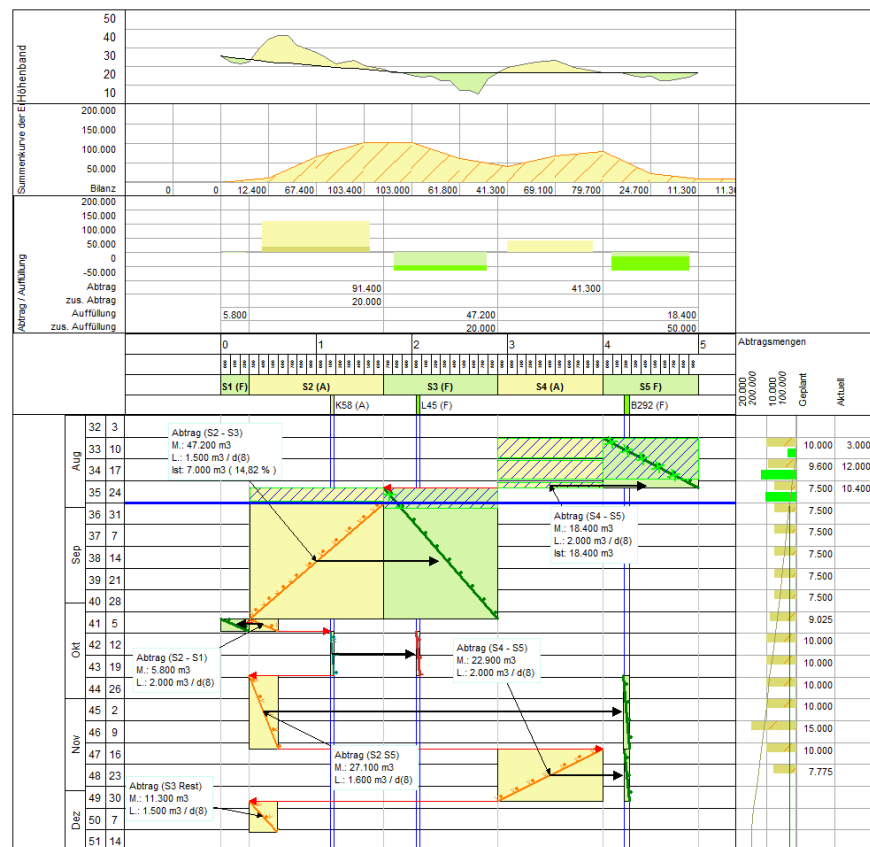




Planung von Massenbewegungen im Erdbau mit TILOS



www.TILOS.org

www.linearproject.com



Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	3
2	Erstellung von Streckenprofilen, -grafiken und -diagrammen.....	4
	2.1 Import von Höhendaten, Abtrags- und Auffüllmengen	4
	2.2 Anlegen von Projekt und Planskizze	5
	2.3 Abschnitte mit Bodenabtrag und-auffüllung	5
	2.4 Diagramm der Gelände- und Straßenhöhen.....	5
	2.5 Kurve der Erdbewegungsmengen	6
	2.6 Streckenbezogenes Mengen-Histogramm.....	6
3	Planung der Aushub- und Erdbewegungsarbeiten	7
	3.1 Planung der Erdbewegung.....	7
	3.2 Planung der Leistung.....	9
4	Einsatzplanung der Ressourcen	10
5	Fertigstellung und Netzplan-Berechnung	11
	5.1 Sicherung der Planungsdaten – Erstellung eines Basisplans.....	11
	5.2 Berichtsdatum 15.08.....	11
	5.3 Berichtsdatum 29.08.....	12
6	Zusammenfassung	13



1 **Einführung**

Im Zuge von Infrastruktur-Baumaßnahmen müssen oft große Erdmassen bewegt werden. Die Planung von Erdmassenbewegungen umfasst Bodenabtrag, Verfüllungen und Lagerung entlang einer Trasse.

Die ermittelten Höhen und Mengenwerte aus den geografischen Begebenheiten der Baustelle werden bei der Planung verwendet um eine möglichst effektiven Projektablauf zu entwickeln.

Dieses Dokument zeigt eine Methode, wie mit TILOS die Visualisierung, Planung und Kontrolle der Erdbewegungen einer Beispiel-Straßenbaustelle durchgeführt werden kann. Die Methodik umfasst detaillierte Diagramme, welche zeigen, wie die Erdmassenbewegungen einfach geplant werden können. Der Vergleich aktueller Fertigstellungsdaten mit der Sollplanung wird ebenso gezeigt, wie Ergebnisse nach einer Neuberechnung.



2 Erstellung von Streckenprofilen, -grafiken und -diagrammen

2.1 Import von Höhendaten, Abtrags- und Auffüllmengen

In Excel wird eine Tabelle der Streckenprofilhöhen und Mengen zwischen den einzelnen Streckenpunkten mit folgenden Daten vorbereitet:

Station	Koordinate des jeweiligen Streckenpunktes entlang der Trasse
Geländehöhe	Absolute Höhe des Geländes am Streckenpunkt
Straßenhöhe	Geplante Höhe der Straße am Streckenpunkt
Abtrag	Menge (m ³) zwischen den Streckenpunkten entlang der Trasse
Zus. Abtrag	Zusätzliche Abtragsmenge (m ³) neben der Strecke an Kreuzungen
Auffüllung	Füllmenge (m ³) zwischen den Streckenpunkten entlang der Trasse
Zus. Auffüllung	Zusätzliche Füllmenge (m ³) neben der Strecke an Kreuzungen

Die Tabelle wird in ein neu angelegtes TILOS-Projekt als Streckenprofil importiert. Der Import erfolgt sehr flexibel mit bis zu 10 frei definierbaren Variablen für unterschiedliche Erdmengen.

Der Import kann über die Zwischenablage aus jeder Applikation heraus erfolgen wobei jede Zeile die Werte eines Streckenpunktes enthält und die Felder durch Tabulatoren voneinander getrennt sind.

Über eine Zuordnungstabelle kann sowohl der Import gesteuert werden als auch eigene Begriffe eingetragen werden.

The image shows a 'Column settings' dialog box and an Excel spreadsheet. The dialog box has the following data:

Reihenfolge	Systemname	eigener Name	Anzeigen	Spaltennummer	Spaltenname	Import
1	Strecke	Station	✓	1	A	✓
6	Wert1	Geländehöhe	✓	2	B	✓
7	Wert2	Straßenhöhe	✓	3	C	✓
8	Wert3	Abtrag	✓	6	F	✓
9	Wert4	zus. Abtrag	✓	7	G	✓
10	Wert5	Auffüllung	✓	8	H	✓
11	Wert6	zus. Auffüllung	✓	9	I	✓

The Excel spreadsheet shows the following data table:

	A	B	C	F	G	H	I
	Station	Geländehöhe	Straßenhöhe	Abtrag	zus. Abtrag	Auffüllung	zus. Auffüllung
1	0	26	26				
2	100	23	25	0		2.000	
3	200	22	24,6	0		2.600	
4	300	23	24,2	0		1.200	
5	400	30	23,8	6.200			
6	500	35	23	12.000			
7	600	37	22,6	14.400			
8	700	37	22,2	14.800			
9	800	32	21,8	10.200			
10	900	30	21,4	8.600			
11	1000	28	21	7.000			
12	1100	25	20,6	4.400			
13	1200	22	20,2	1.800	20.000		

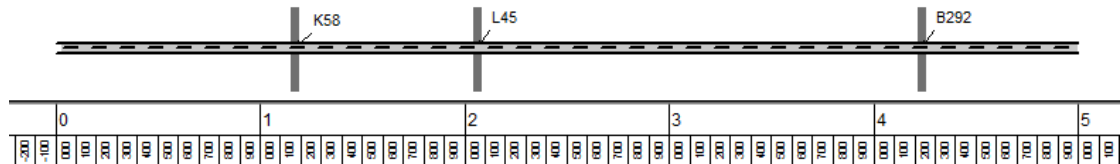
www.linearproject.com



2.2 Anlegen von Projekt und Planskizze

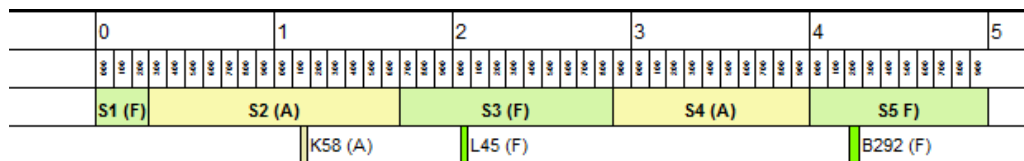
Das Straßenbau-Projekt mit drei Kreuzungen startet am Streckenpunkt 0 und reicht bis 5000, das heißt das Baufenster ist 5 Kilometer lang.

Zur Illustration und räumlichen Orientierung wird eine Planskizze ober- oder unterhalb des Zeit-Wege-Plans eingefügt. Diese kann in TILOS als Grafikdatei importiert werden oder aus der umfangreichen Grafikbibliothek zusammengestellt werden, wodurch Skalierung und Positionierung präziser werden.



2.3 Abschnitte mit Bodenabtrag und-auffüllung

Die oben dargestellte Wegskala wird um zwei weitere Einträge ergänzt, um Bereiche mit Bodenabtrag (Ab) und -auffüllung (Auf) zu markieren. Nummerierung und Farbgebung beziehen sich auf die Streckenabschnitte und den Sektorentyp.

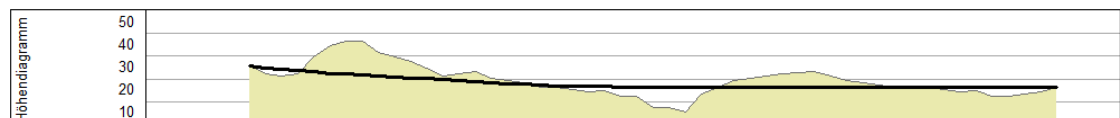


Der untere Skaleneintrag zeigt die Abschnitte mit zusätzlichem Bodenabtrag bzw. Bodenauffüllung im Bereich der Kreuzungen.

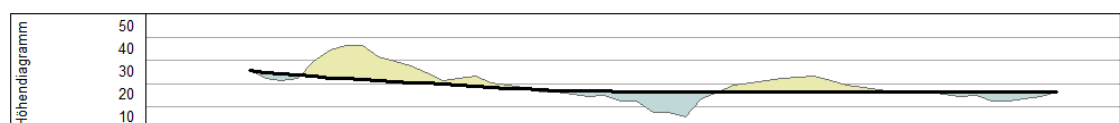
Dieses Streckenprofil wird später auch zur Darstellung von Intervallen und zur Berechnung von Mengenauswertung verwendet. Dies erlaubt es die Gesamtmengen für Auftrag und Abtrag für diese festgelegten Streckenabschnitte zu berechnen.

2.4 Diagramm der Gelände- und Straßenhöhen

Die Geländehöhe wird in TILOS als gefüllte Fläche und die Straßenhöhe als Linie dargestellt.



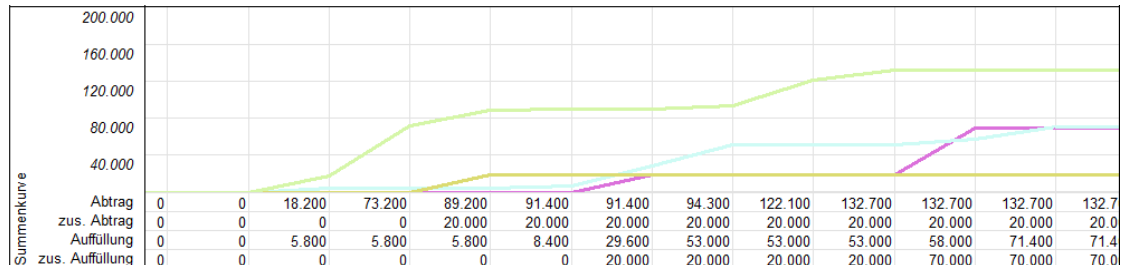
Mit der Auswahl ‚Zwischenraum zur anderen Linie füllen‘ können die Abschnitte für Auffüllung und Abtrag hervorgehoben werden.



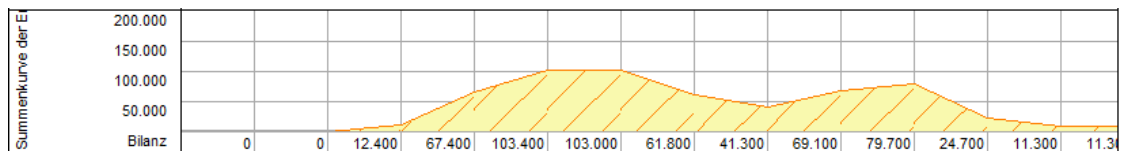


2.5 Kurve der Erdbewegungsmengen

Die einzelnen Mengen für Abtrag, zusätzlichen Abtrag, Auffüllung und zusätzliche Auffüllung werden in Summenkurven von links nach rechts entlang der Strecke für 500 m breite Abschnitte wiedergegeben. Die letzte Spalte listet den Summenwert.



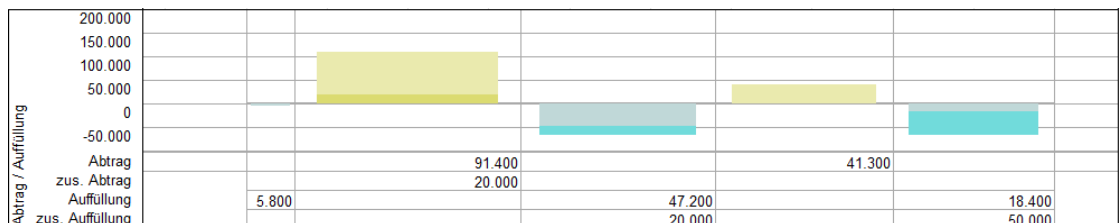
Nach Zuweisung in die jeweilige Gruppe ‚Bodenabtrag‘ oder ‚Bodenauffüllung‘ erhält man eine Summenkurve, das heißt die Differenz zwischen Abtrag und Auffüllung (von links nach rechts).



Die Differenz zwischen Bodenabtrag und Bodenauffüllung wird für 500 m breite Abschnitte berechnet. In Summe werden 11.300 m³ mehr abgetragen als aufgefüllt. Durch schmalere Abschnitte kann eine höhere Auflösung erreicht werden.

2.6 Streckenbezogenes Mengen-Histogramm

Die Mengen können auch als Histogramm dargestellt werden. Die gestapelten Diagramme können die Teilmassen, aber auch die Gesamtmassen anzeigen. Abtrag wird als positiver, Auftrag als negativer Wert dargestellt. Für jeden Abschnitt kann auf Basis der importierten Profile die exakte Menge errechnet und dargestellt werden.

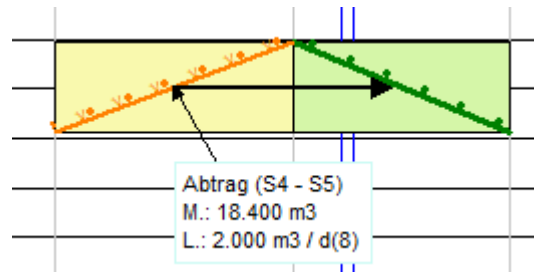




3 Planung der Aushub- und Erdbewegungsarbeiten

3.1 Planung der Erdbewegung

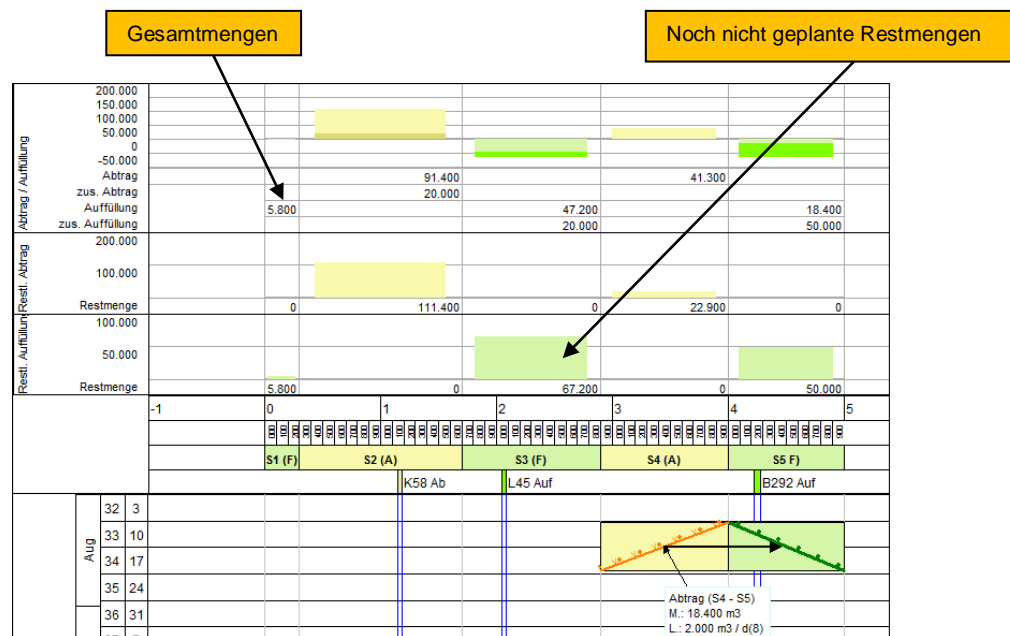
Für jede Erdbewegung werden 2 Vorgänge erstellt: Einen für den Abtrag und einen für den Einbau des Bodens. Ein Pfeil zeigt die Transportrichtung an.



Bodenabtrags-Vorgänge werden als Rechteck dargestellt. Die Vorgangsbeschriftung zeigt die geplante Menge und die Leistung an.

Da die Erstellung neuer Vorgänge auf bereits existierenden Vorgangsvorlagen basiert, muss der Vorgang nur gezeichnet und die Menge abschnittsweise eingegeben werden. Jede Änderung der Vorgangsmenge ändert auch die Vorgangsdauer.

Die Bodenauffüllungs-Vorgänge werden auf die gleiche Weise erstellt, aber als Sammelvorgang definiert. Dadurch wird nicht nur die Auffüllungsmenge mit der abzutragenden Menge abgeglichen, sondern auch die Vorgangsdauer synchronisiert. Es können auch mehrere Abtragsvorgänge einem Einbauvorgang zugeordnet werden.

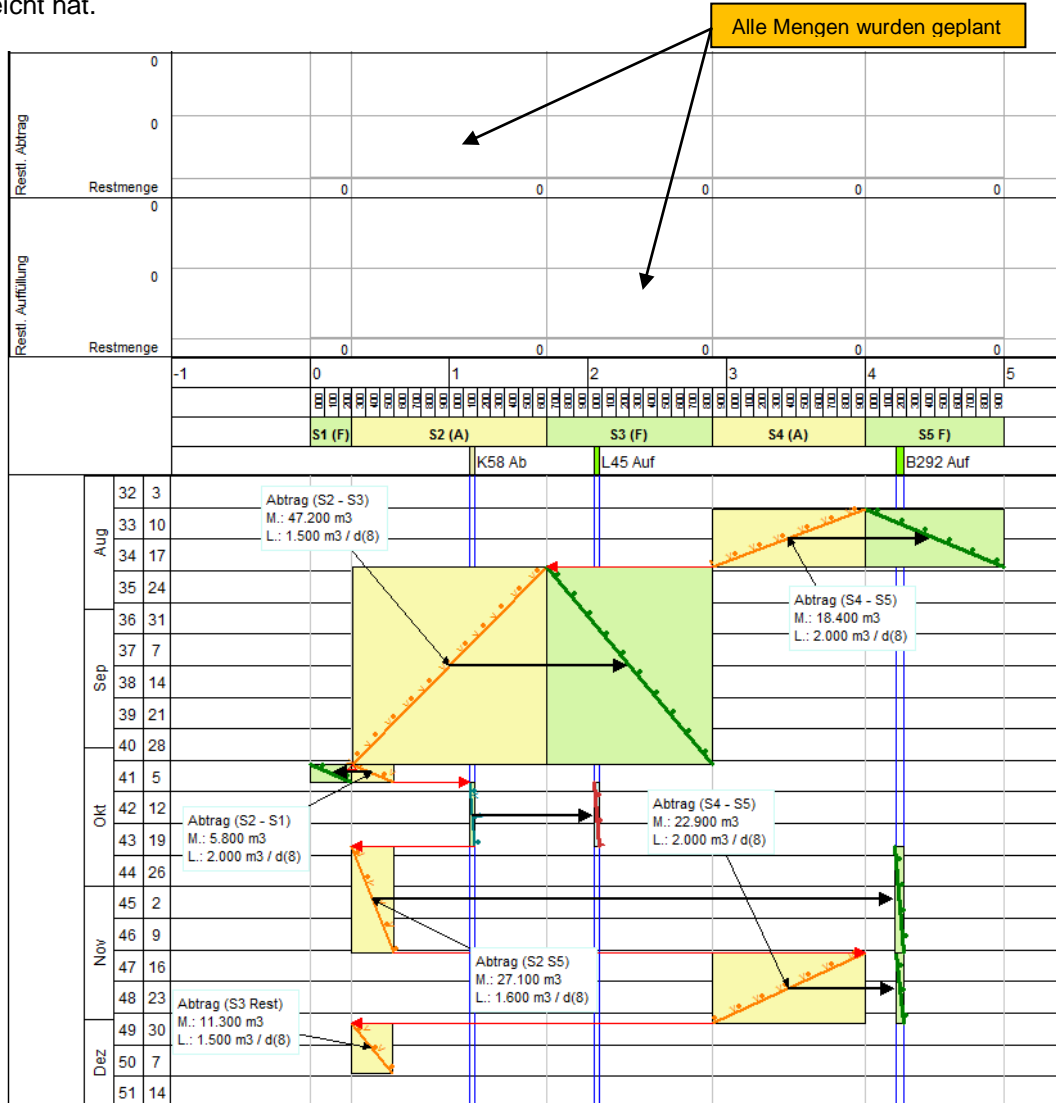


Zur Unterstützung der Planung werden zwei weitere Profildigramme hinzugefügt: die jeweiligen Restmengen für den Bodenabtrag und die -auffüllung. Im Gegensatz zu den in Kap. 2 importierten und dargestellten Profildigrammen, die auf den importierten Planungsdaten aufsetzen, wird nun die Vorgangsmenge abgezogen.



Von den insgesamt 41.300 m³ in Abschnitt 4 (2900 – 4000) wurden bspw. 18.400 m³ geplant, so dass noch eine Restmenge von 22.900 m³ verbleiben. Im Auftragsbereich sind noch 50 000 m² aufzufüllen.

Je mehr Vorgänge geplant werden, desto geringer wird die Restmenge, bis sie schließlich 0 erreicht hat.



www.linearproject.com



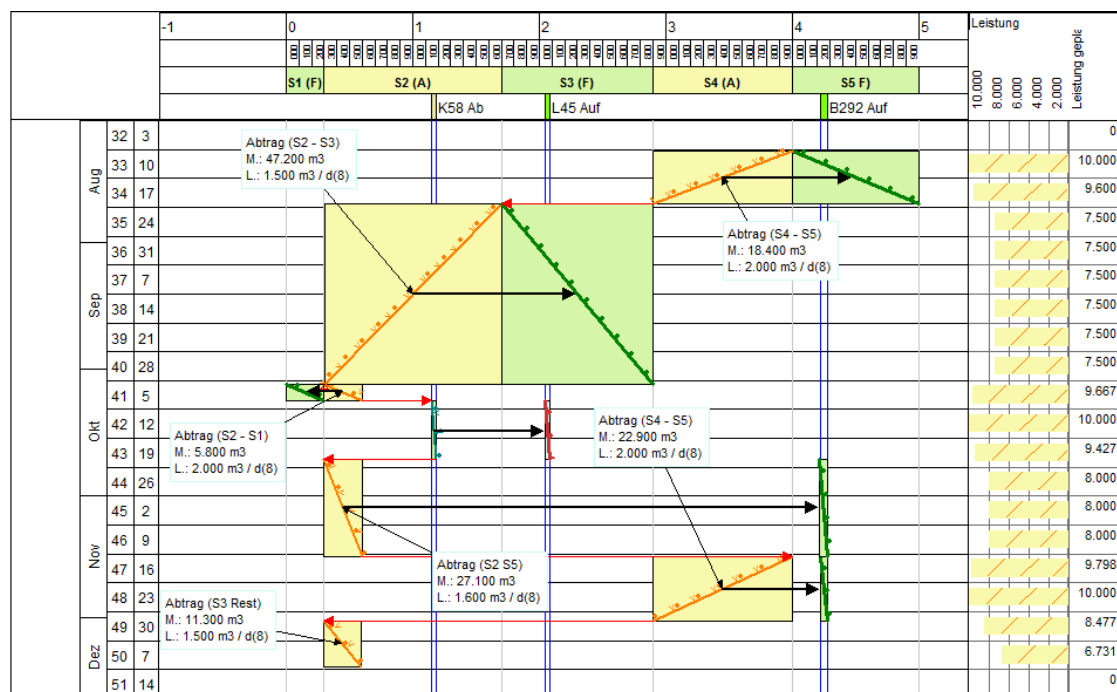
3.2 Planung der Leistung

Die Stärken von TILOS kommen bei der Vorgangskalkulation zum Tragen. Auf Vorgangsebene können direkt die Arbeitsmenge, Leistung für die Ermittlung der Dauer eingegeben werden.

Über das Berechnungsmodell wird gesteuert, wie nach einer Datenänderung die Anpassung der berechneten Werte erfolgen soll. Die Leistung variiert je nach abzutragendem Boden und daher abschnittsweise. Die Dauer des Vorgangs wird aus der Arbeitsmenge dividiert durch die Leistung ermittelt.

Die Arbeitsmengen können durch den Planer direkt eingegeben, aber auch den Streckenprofilen übernommen werden. Die Ressourcenlokation berücksichtigt bspw. die Anzahl an Ladern, die je nach Leistung des Baggers den abgetragenen Aushub zum nächsten Auffüllungsabschnitt bringen.

Im Zeithistogramm auf der rechten Seite werden die geplanten Mengen je Woche dargestellt.



www.linearproject.com



5 Fertigstellung und Netzplan-Berechnung

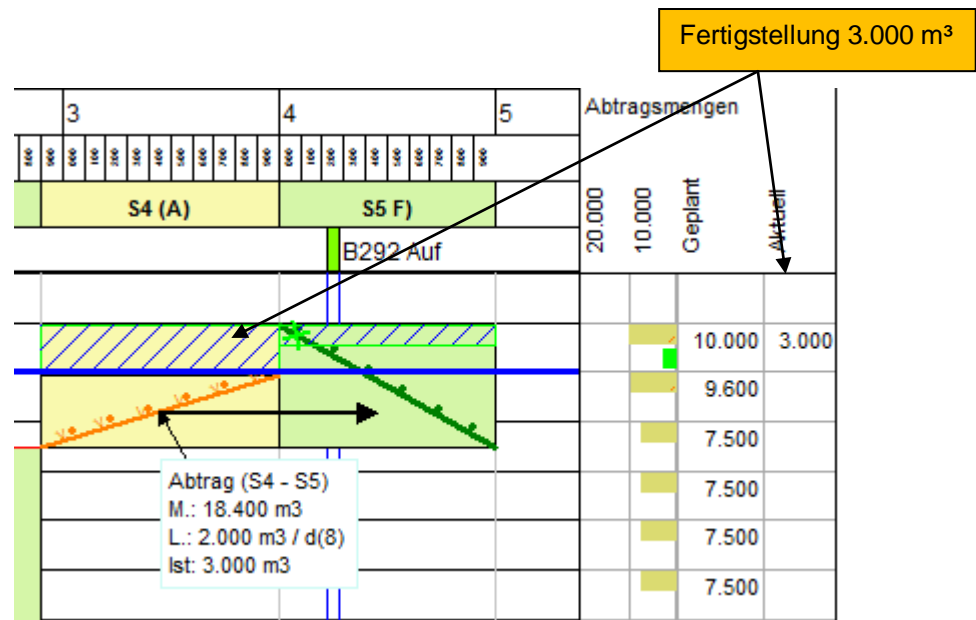
5.1 Sicherung der Planungsdaten – Erstellung eines Basisplans

Die Erstellung eines Basisplans ermöglicht eine Gegenüberstellung von momentanem zu geplantem Projektverlauf. Bei der Erstellung werden Start- und End-Daten als auch die Mengen gesichert (die Histogramm Daten werden in ein Zeitprofil überführt und als Planungsmenge je Zeiteinheit gespeichert).

Zeit- oder streckenbasierte Profildigramme können über die Zwischenablage kopiert und dadurch in andere Anwendungen importiert werden.

5.2 Berichtsdatum 15.08.

Die unten blau dargestellte Linie markiert das eingegebene Berichtsdatum. Zusätzlich zu dem in Kap. 3.2 „ angelegten Histogramm ‚Geplante Abtragsmenge‘ wurde eine weitere Profildigrammzeile ‚Aktuell‘ angelegt, die auf den Vorgangdaten beruht.



Ursprünglich sollten in der Woche vom 10. bis 14. August 10.000 m³ abgetragen werden – es wurden aber lediglich 3.000 m³ abgetragen. Anstatt der geplanten Leistung von 2.000 m³/Tag wurden nur 600 m³/Tag erreicht.

In der folgenden Woche wurden 12.000 m³ abgetragen.



6 **Zusammenfassung**

Die Verwendung importierter Leistungsmengen ermöglicht eine präzise und sehr zielgerichtete Planung ohne zusätzliche Rechenschritte.

TILOS stellt die Abtragsmengen in Kubikmeter dar und zeigt die Lage der aufzufüllenden Abschnitte. Noch während der Planung werden Änderungen aktualisiert.

Die miteinander gekoppelte Planung von Abtrags- und Auffüllungsvorgängen erfordert nur die Planung des Abtrags – die Auffüllung wird immer korrekt angepasst.

Mit Projektfortschritt werden die geförderten Mengen transparent erfasst und ein direkter Vergleich zwischen Planung und Durchführung ermöglicht. Diese Vergleiche sind essentiell für eine erfolgreiche Projektüberwachung.