

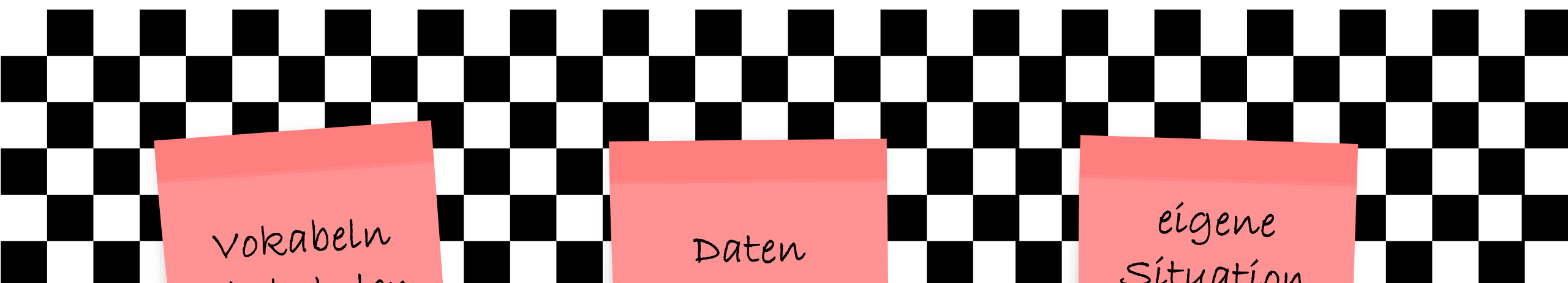
in halbtransparenten Kästchen wie diesem
stehen Untertitel zu den Vortrags-Folien

Last-flexible Fabriken

im Stromnetz der Zukunft?



proGT
Wirtschaft
ERFOLGREICH IM KREIS GÜTERSLOH

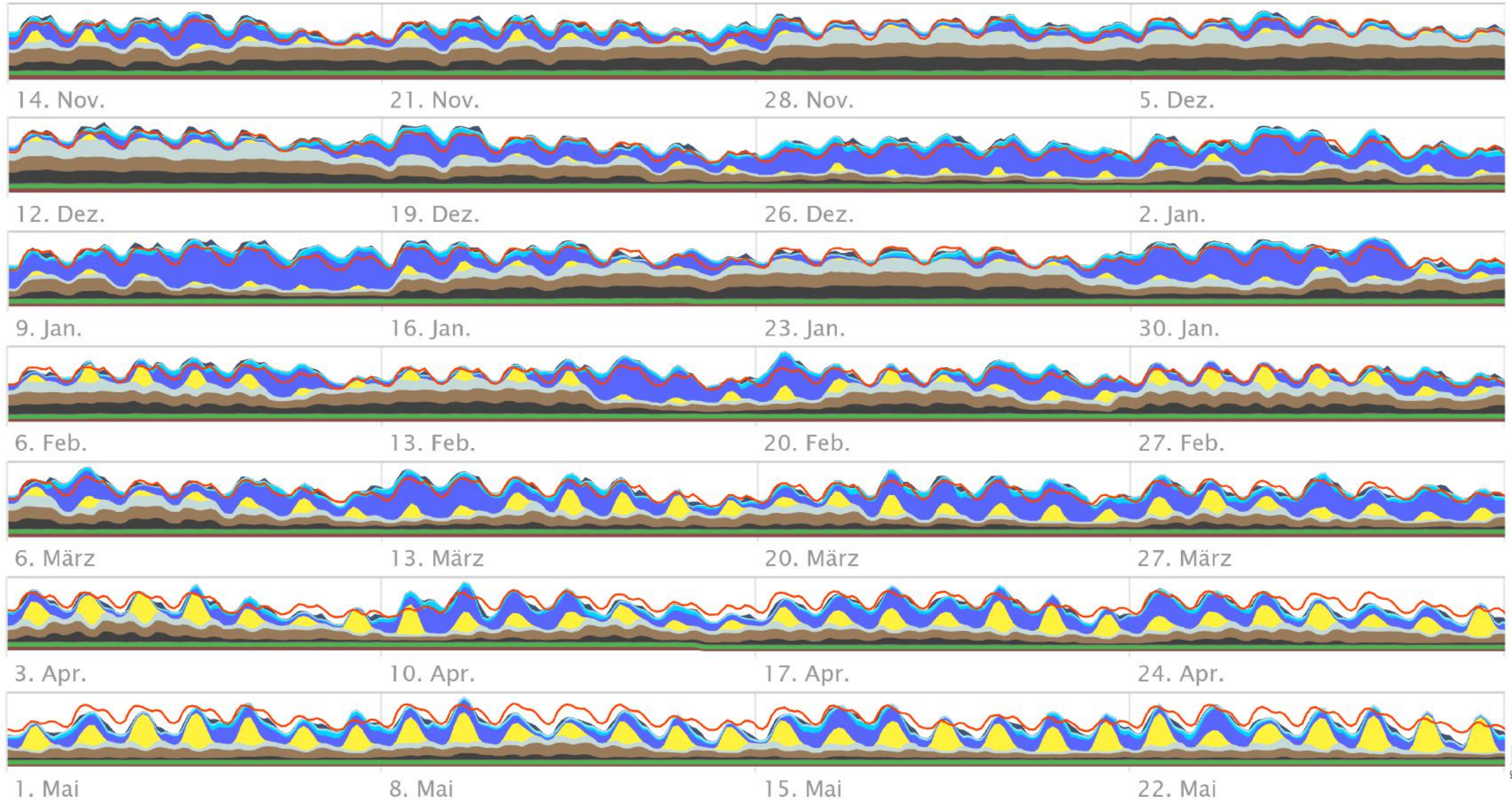


Vokabeln
wiederholen

Daten
sammeln

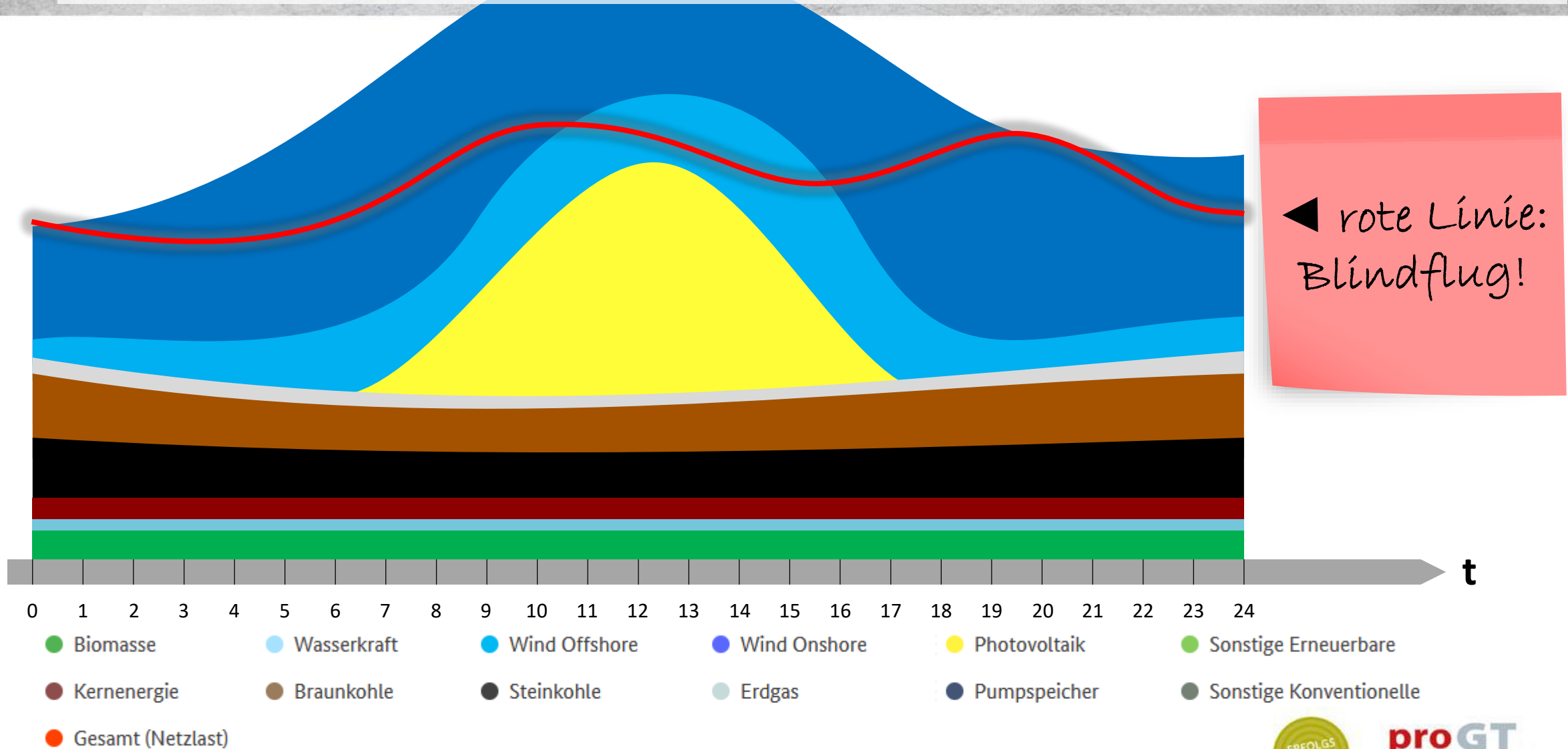
eigene
Situation
bewerten

Strommix (Erzeugung) und Stromverbrauch der BRD von Nov. 2022 bis Mai 2023.
Spoiler: Der Stromverbrauch ist sehr gleichförmig. Die Stromerzeugung (das Angebot) wird der Nachfrage hinterhergeregelt. Dies geschieht zum Teil mit sehr starren (und großen) Kraftwerksblöcken. Details: siehe nächste Folie



Erneuerbare Energie sind nur mäßig planbar. Einem volatilen/schwankenden steht idealerweise ein regelbarer Verbrauch gegenüber. Dieser kann Strom billig beziehen, wenn Überschüsse herrschen. Ein knappes Angebot (wenig Wind&/Sonne) bedeutet dann entweder höhere Preise oder Teil-Abschaltung.

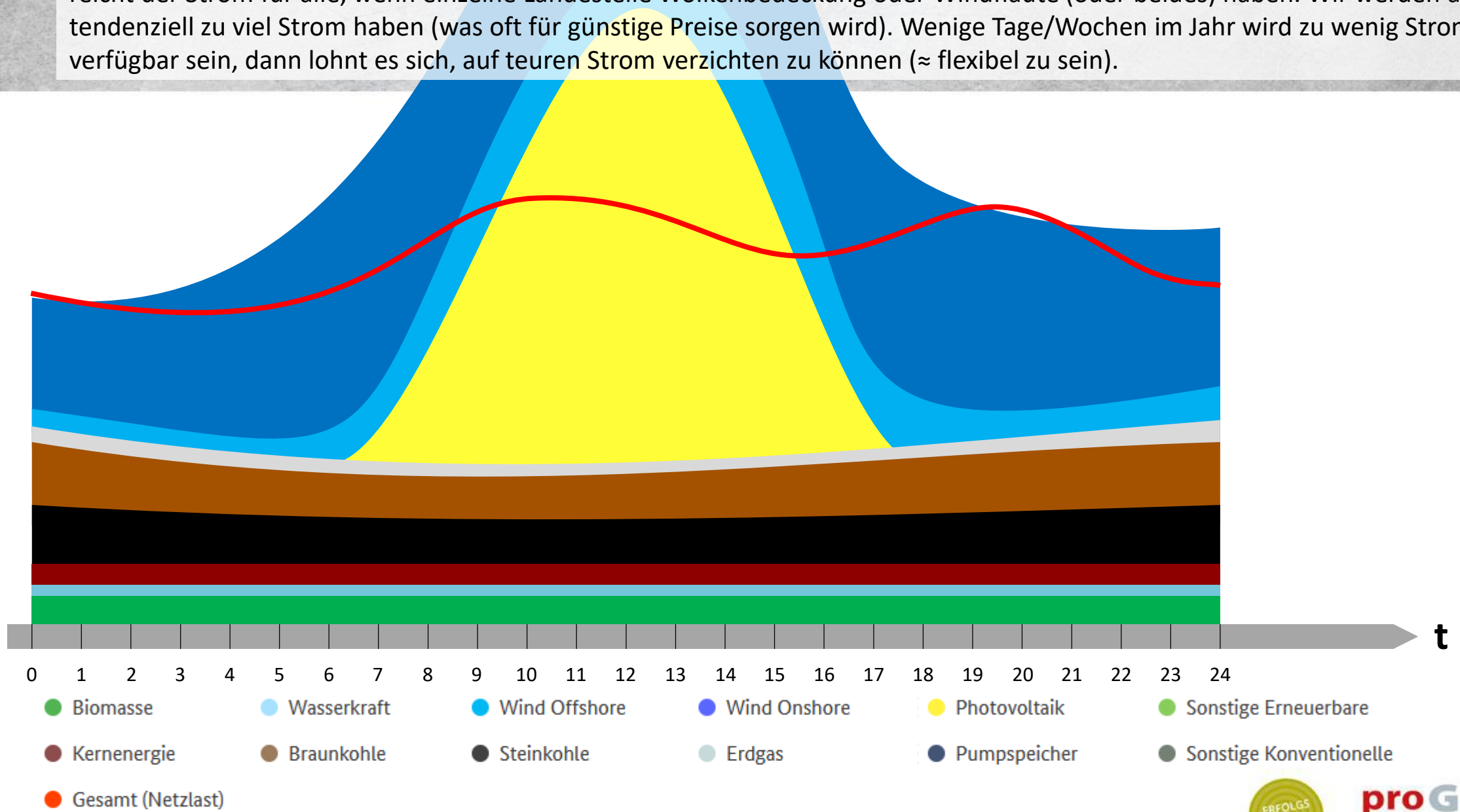
Wahrscheinlich werden sich schwankende Preise durchsetzen. Smart Metering macht es möglich.



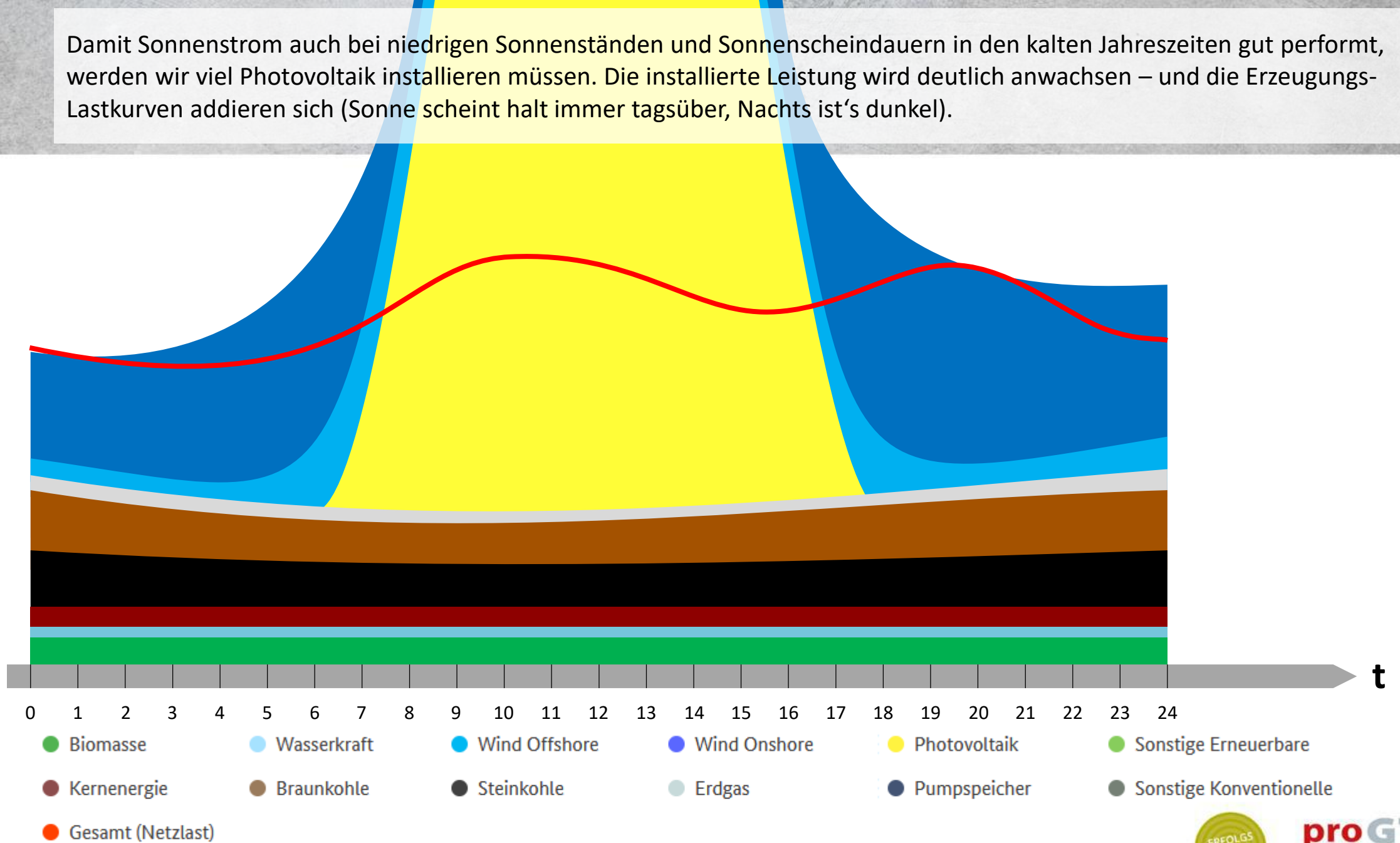
◀ rote Linie:
Blindflug!



Damit ganzjährig genug Strom verfügbar ist, werden wir deutschlandweit deutliche Überkapazitäten installieren müssen. Nur so reicht der Strom für alle, wenn einzelne Landesteile Wolkenbedeckung oder Windflaute (oder beides) haben. Wir werden also tendenziell zu viel Strom haben (was oft für günstige Preise sorgen wird). Wenige Tage/Wochen im Jahr wird zu wenig Strom verfügbar sein, dann lohnt es sich, auf teuren Strom verzichten zu können (\approx flexibel zu sein).



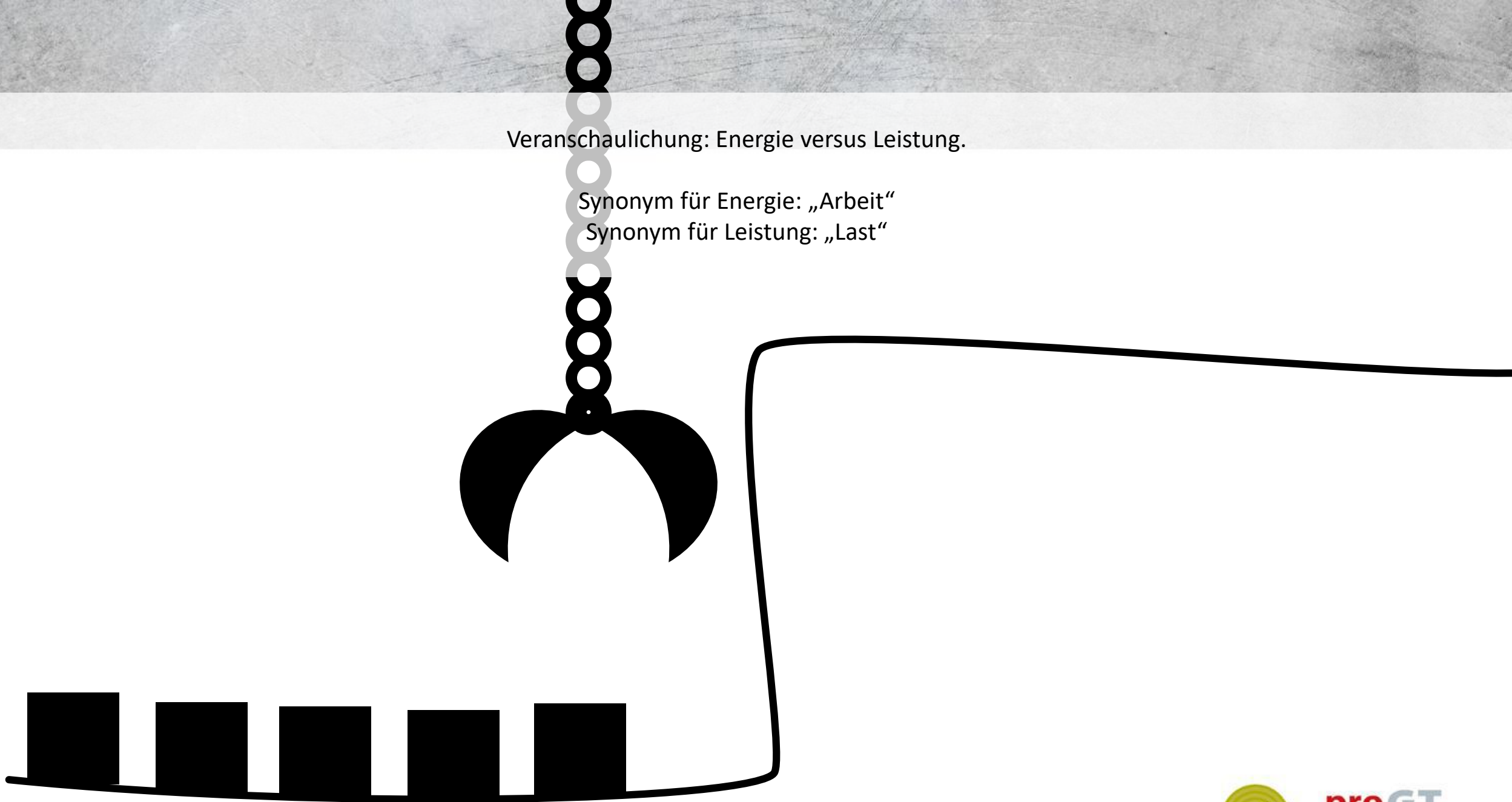
Damit Sonnenstrom auch bei niedrigen Sonnenständen und Sonnenscheindauern in den kalten Jahreszeiten gut performt, werden wir viel Photovoltaik installieren müssen. Die installierte Leistung wird deutlich anwachsen – und die Erzeugungslastkurven addieren sich (Sonne scheint halt immer tagsüber, Nachts ist's dunkel).



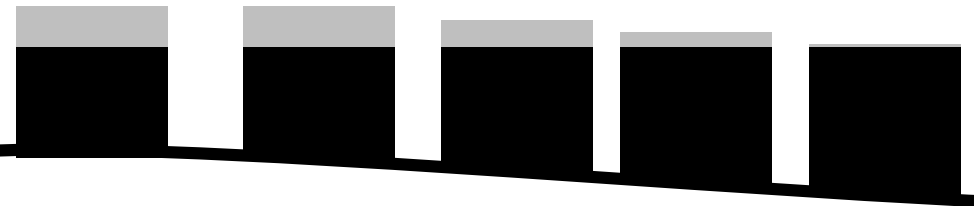
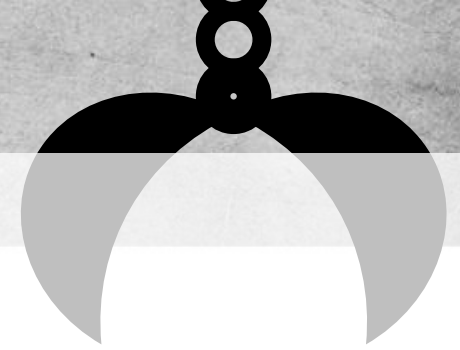
Veranschaulichung: Energie versus Leistung.

Synonym für Energie: „Arbeit“

Synonym für Leistung: „Last“



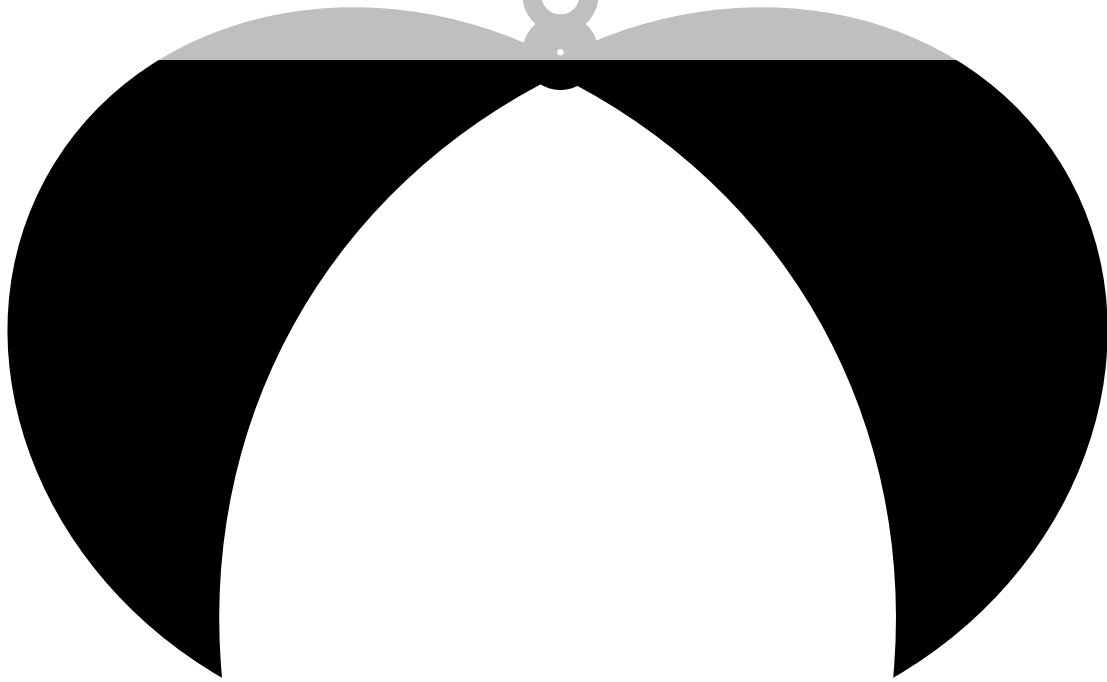
5 x Arbeit, wenig Leistung – dauert länger



5 kWh
Energie



5 x Arbeit, viel Leistung, geht schnell, steigert Leistungspreis



5 x Arbeit, viel Leistung

5 kWh
Energie

hohe
Leistung



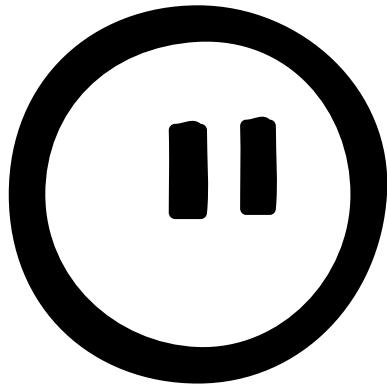
(plastisches Beispiel zum Unterscheiden von:

- Arbeit = Energie und
- Leistung = Arbeit pro Zeit.)

5 kWh
Energie

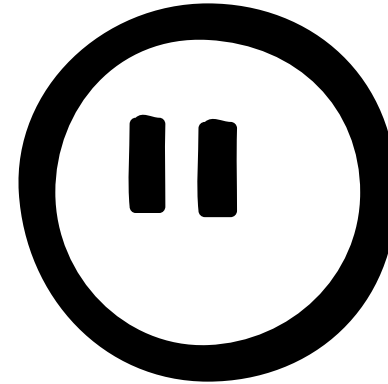
hohe
Leistung
(kW)

$$\text{kW} = \frac{\text{kWh}}{\text{h}}$$



Rolf

pflastert deine Einfahrt für 12€

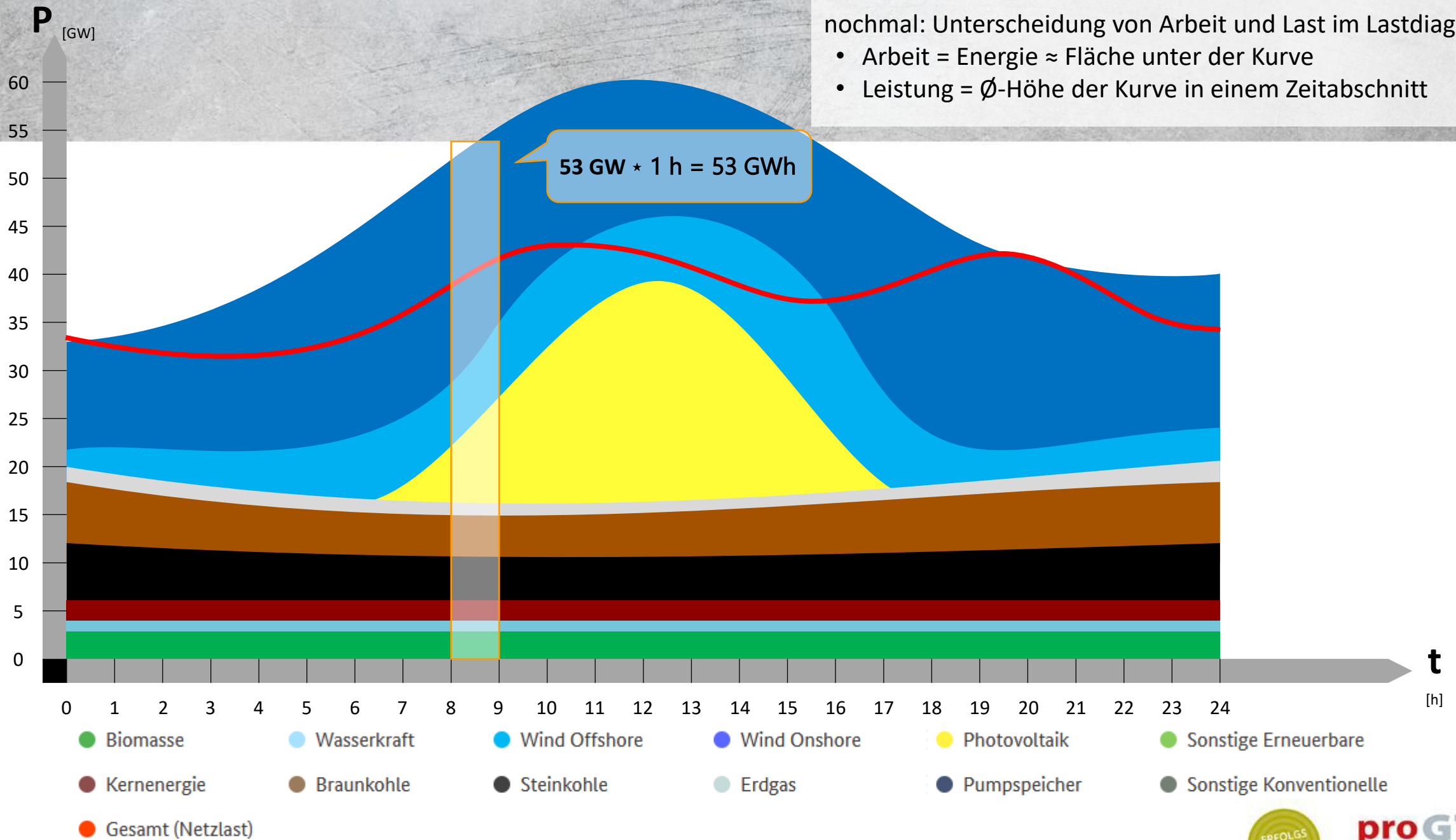


Paul

pflastert deine Einfahrt für 12€/h

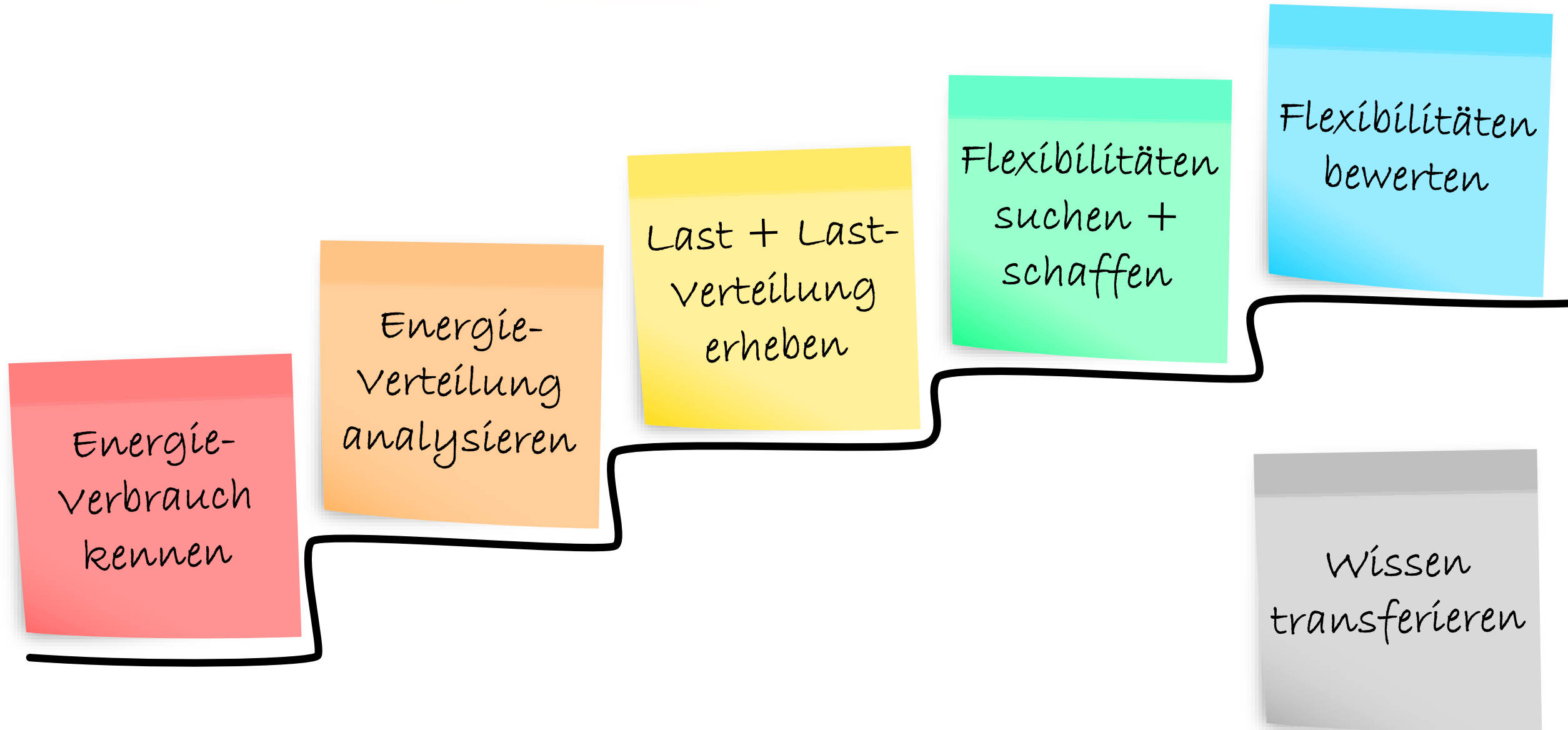
nochmal: Unterscheidung von Arbeit und Last im Lastdiagramm:

- Arbeit = Energie \approx Fläche unter der Kurve
- Leistung = \varnothing -Höhe der Kurve in einem Zeitabschnitt



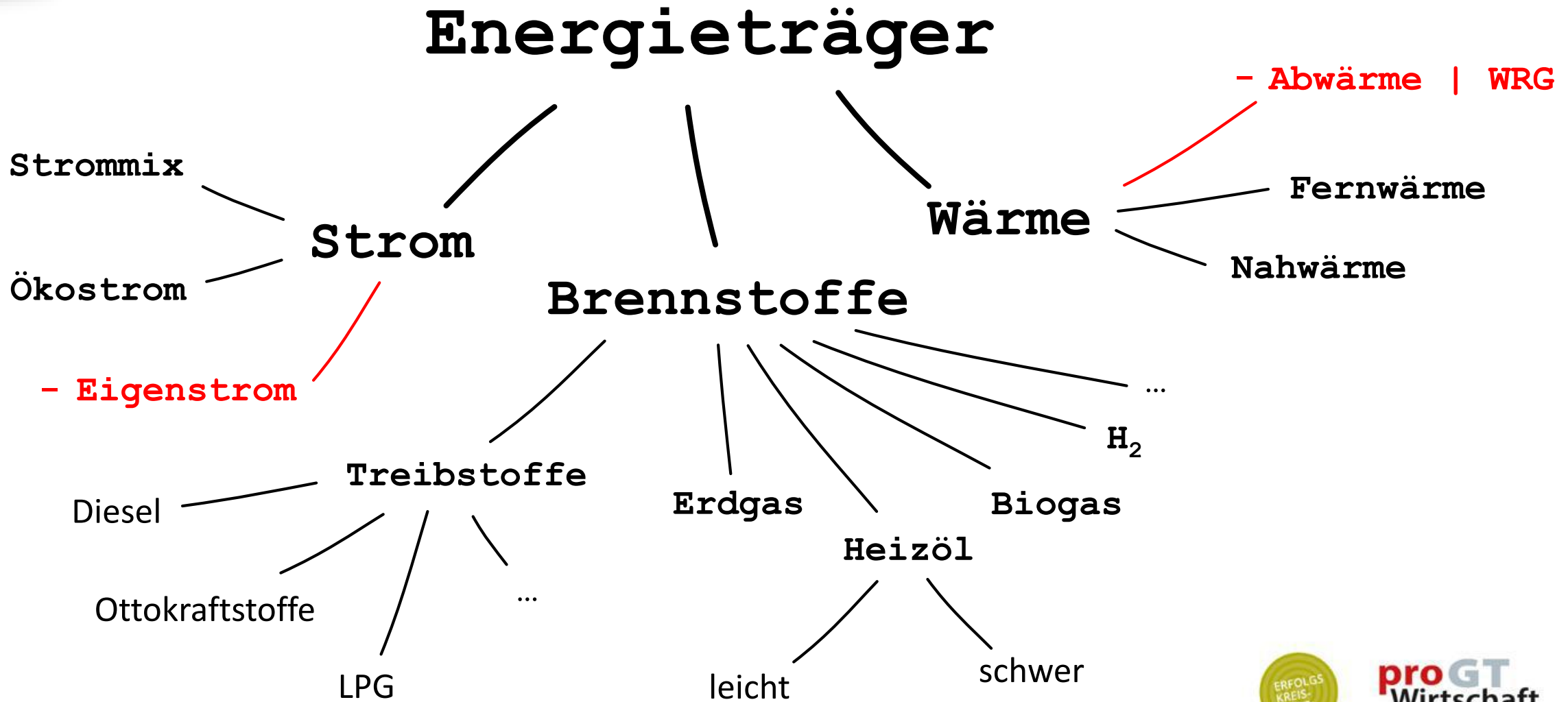
was tun?

um Flexibilität in die Energie-Nutzung zu bekommen, sind mehrere (einfache) Gedankenschritte notwendig:



Energie-
verbrauch
kennen

Energieträger im Mindmap dargestellt. Welche nutze ich im Betrieb? Und wenn ja: in welchen Jahresmengen?
→ alles in eine gemeinsame Übersicht bringen!



Mindmap aus Vor-Folie lässt sich auch als Baumstruktur darstellen ...
Zu jedem Energieträger sollte man die 3 Werte sammeln:

Energieträger

Strom

Strommix

Ökostrom

Brennstoffe

Treibstoffe

Diesel

Ottokraftstoffe

LPG

...

Erdgas

Heizöl

leicht

schwer

Biogas

H₂

...

Wärme

Nahwärme

Fernwärme

Mengen
[kWh | MWh]

Kosten
[€ / MWh]

Emission
[t CO₂ / MWh]

und zur tabellarischen Übersicht weiten

Energieträger	Kosten	Menge	CO ₂ -Emission
Strom			
Strommix	190.000 € / Jahr	800.000 kWh / Jahr	376 t CO ₂ / Jahr
Ökostrom			
Brennstoffe			
Treibstoffe			
Diesel			
Ottokraftstoffe			
LPG			
...			
Erdgas			
Heizöl			
leicht			
schwer			
Biogas			
H ₂			
...			
Wärme			
Nahwärme			
Fernwärme			

BAFA-Link
 CO₂-Faktoren
 → [\[klick\]](#)



NICHT-normierte Daten oder Einheiten lassen sich mit diesem ↓ Excel-Werkzeug gleichrechnen. → [Download-Bereich prowi](#)

Energie

Strom

Brennstoff

energiekosten und co2.xlsx - Excel

Start Einfügen Seitenlayout Formeln Daten Überprüfen Ansicht Entwicklertools PDF Architect 8 Creator Was möchten Sie tun? Brünler, P. Freigegeben

Zwischenabab... Schrittart Ausrichtung Zahl Formatvorlagen Zeilen Bearbeiten

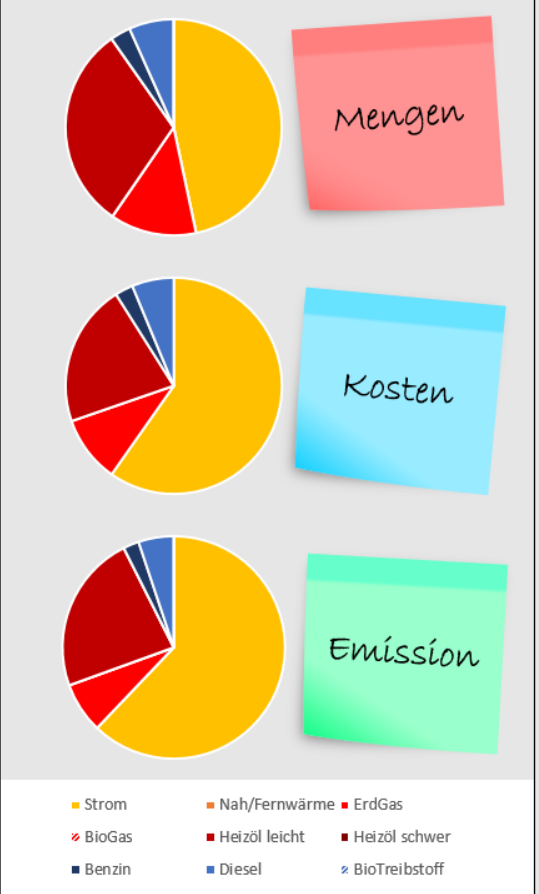
R21

Um- und gleich-Rechner: Energieverbrauch nach Energieträgern

	kWh	kWh	Energieträger	Liter	m ³	kWh	MWh
	pro m ³	pro l	■ Strom	–	–	820.000	
	–	–	■ Nah/Fernwärme	–	–		
	–	–	■ ErdGas		24.000		
	9,46	0,00946	/// BioGas				
	9,46	0,00946	■ Heizöl leicht	55.000			
	9800	9,8	■ Heizöl schwer				
	9800	9,8	■ Benzin	6.000		–	–
	8900	8,9	■ Diesel	12.000		–	–
	9800	9,8	/// BioTreibstoff			–	–
	9800	9,8					

Menge	CO ₂ -Faktor	Energieträger	kWh	t CO ₂	€	≈ ct / kWh
470 g / kWh		■ Strom	820.000	385	210.000	25,61
280 g / kWh		■ Nah/Fernwärme	0	0		–
201 g / kWh		/// ErdGas	227.040	46	35.000	15,42
15,2 g / kWh		■ BioGas	0	0		–
266 g / kWh		■ Heizöl leicht	539.000	143	75.000	13,91
288 g / kWh		■ Heizöl schwer	0	0		–
2,37 kg / l		■ Benzin	53.400	14	9.500	17,79
2,65 kg / l		■ Diesel	117.600	32	22.000	18,71
7 g / kWh		/// BioTreibstoff	0	0		–

Eingabefeld:



mission

/ Jahr

A-Link
faktoren
click!

Wärme

Fernwärme

Energie-
verbrauch
rechnen

CO₂- oder Treibhausgas-Bilanzen können z.B. mit dem kostenfreien online Werkzeug ecocockpit erstellt werden.

https://ecocockpit.de/

VORDEFINIERTER POSITIONEN

In der vordefinierten Position sind häufig vorkommende Emittenten zur Auswahl hinterlegt. Sollten Sie in der Auswahl einen Ihrer Emittenten nicht finden, nutzen Sie bitte den Bereich „Benutzerdefinierte Position“.

ABBRECHEN

ÜBERNEHMEN

Emittent	Funktionelle Einheit	Menge	CO ₂ e	
01	EMITTENT	FUNKTIONELLE EINHEIT	MENGE	0
Kommentar		Bearbeitet von/am	Datenquelle	
-		KOMMENTAR	BEARBEITET VON/AM	
+				

BENUTZERDEFINIERTER POSITIONEN

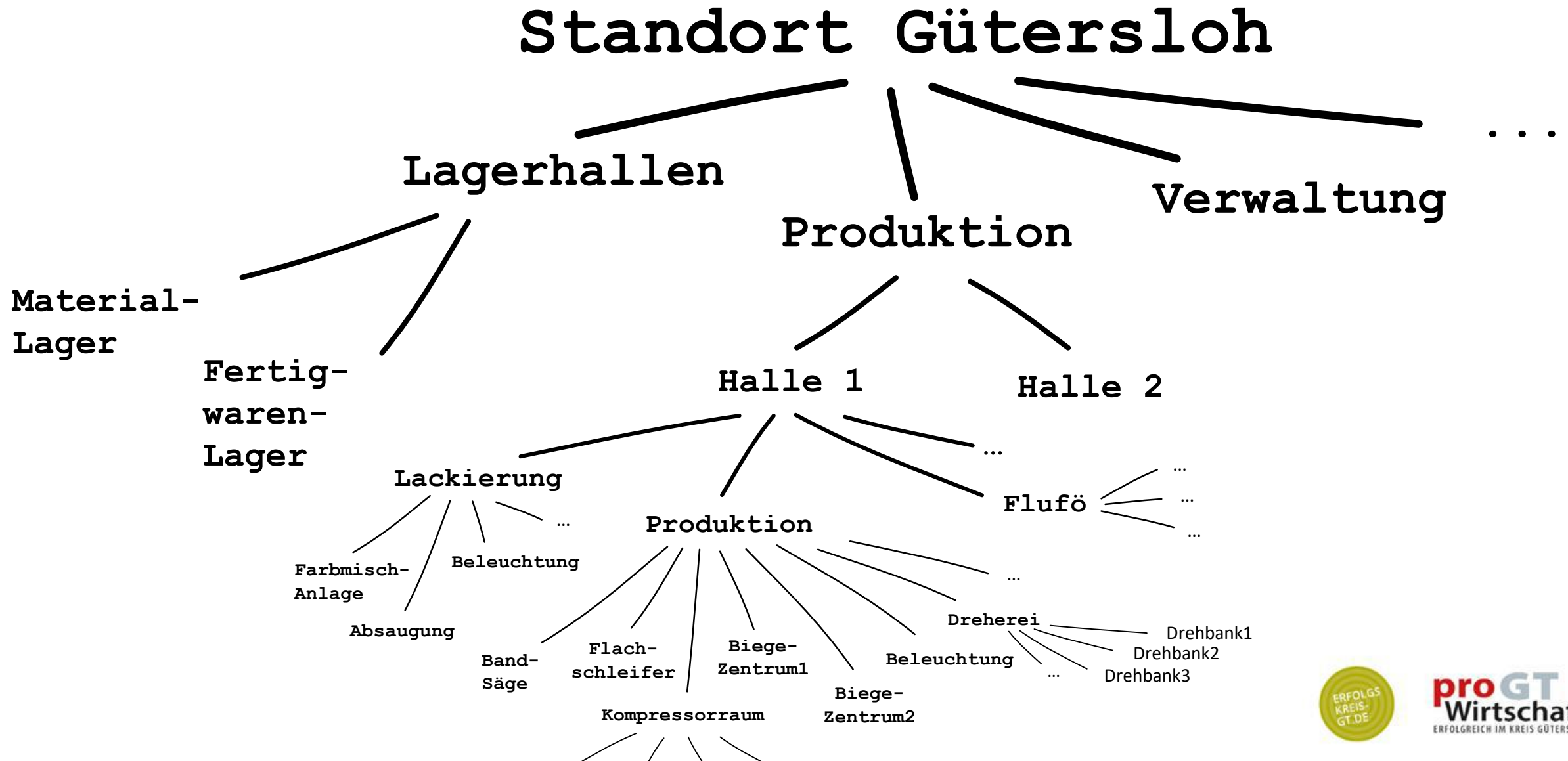
In der benutzerdefinierten Position ist es möglich weitere Emittenten selbst anzulegen. Die Daten zu CO₂-Äquivalenten finden Sie z.B. auf frei zugänglichen Datenbanken wie www.probas.umweltbundesamt.de.

Emittent	Funktionelle Einheit	CO ₂ e	Menge	CO ₂ e	
01	EMITTENT	EINHEIT	CO ₂ E (KG/EINHEIT)	MENGE	0
Kommentar		Bearbeitet von/am	Datenquelle		
-		KOMMENTAR	BEARBEITET VON/AM	DATENQUELLE	

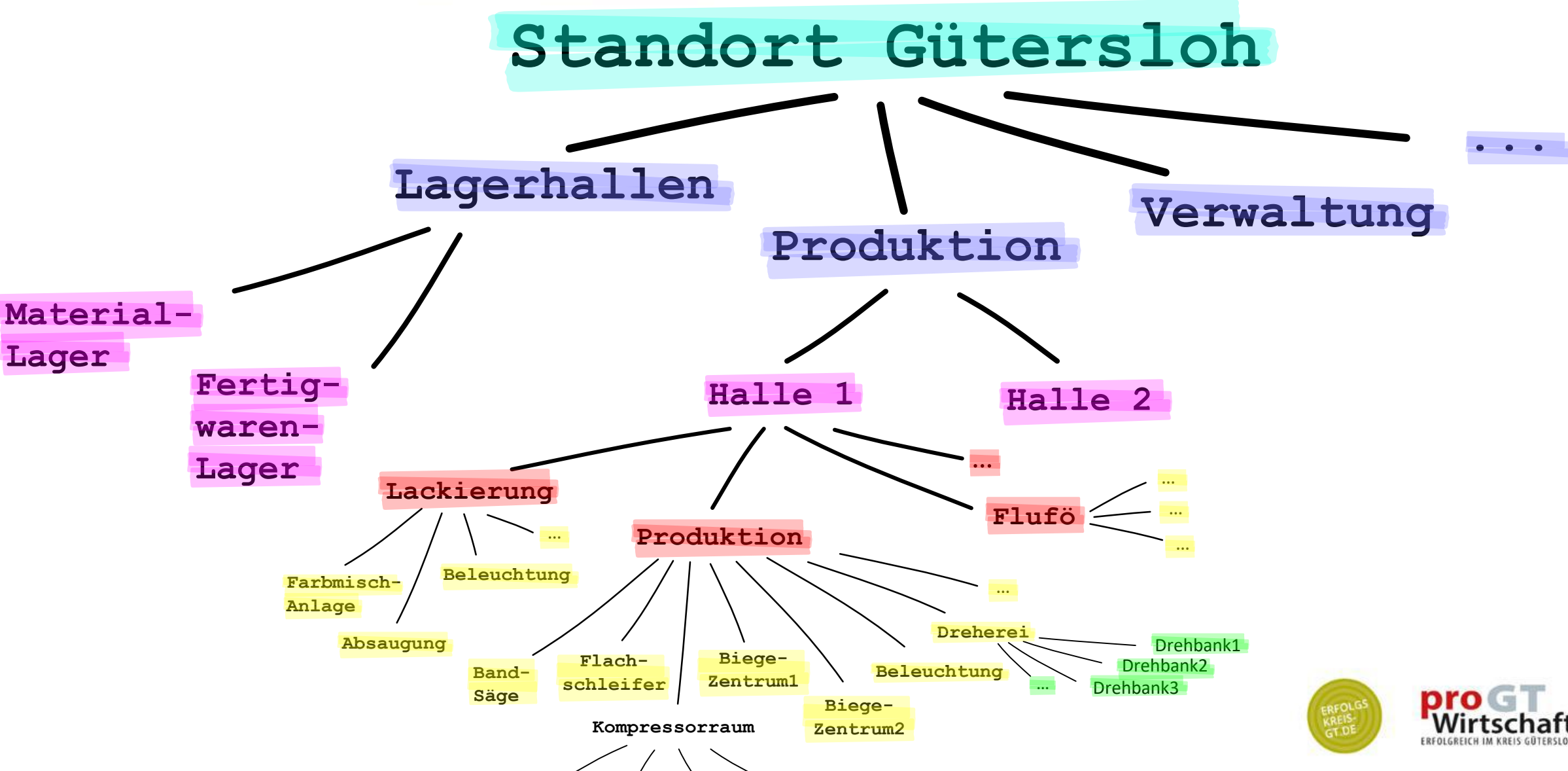
Nahwärme

Fernwärme

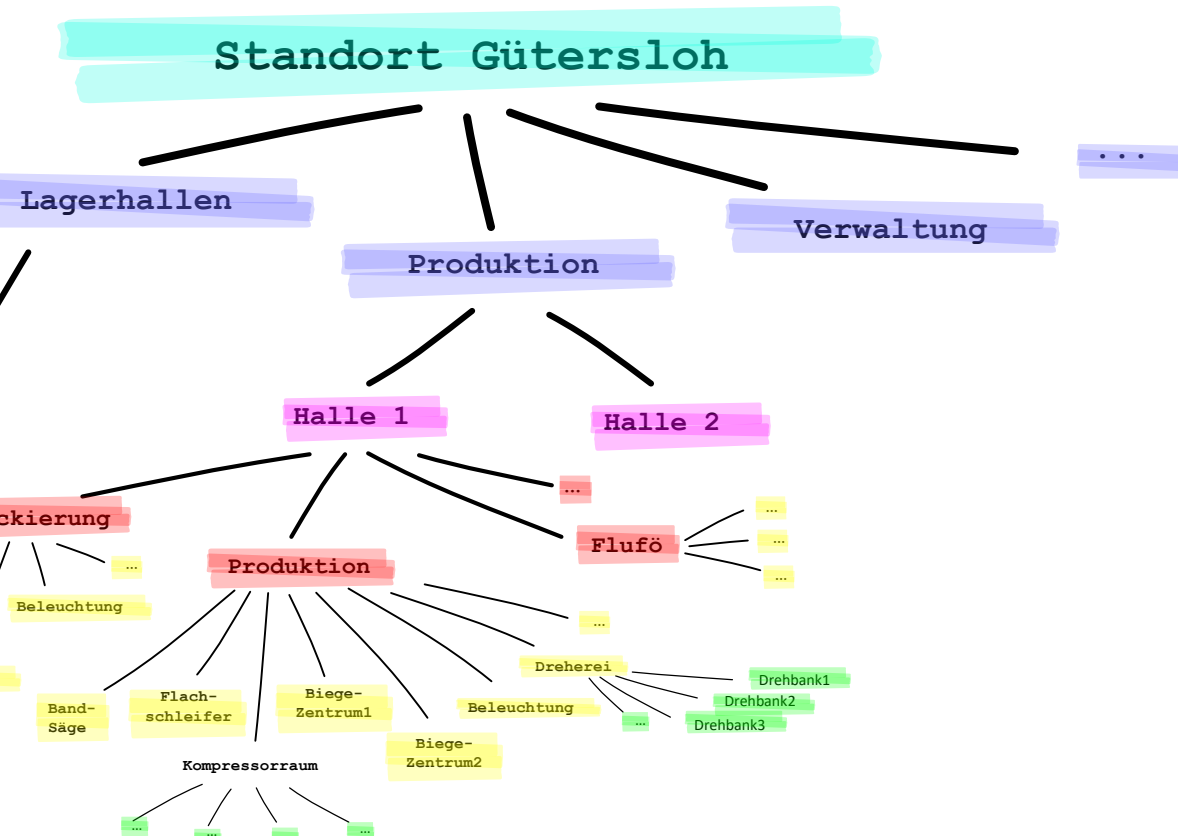
Strukturen wie Unternehmen, Abteilungen oder Prozesslandkarten lassen sich ganz gut als Mindmap oder Baum darstellen. Hier wird schnell klar, welche Elemente auf welche Weise zusammenhängen. Im Beispiel ist das Biege-Zentrum2 eine Untereinheit der Produktion in Produktions-Halle 1 am Standort Gütersloh.



Die unterschiedlichen Hierarchiestufen sind farblich markiert. Gleiche Stufe = gleiche Farbe.



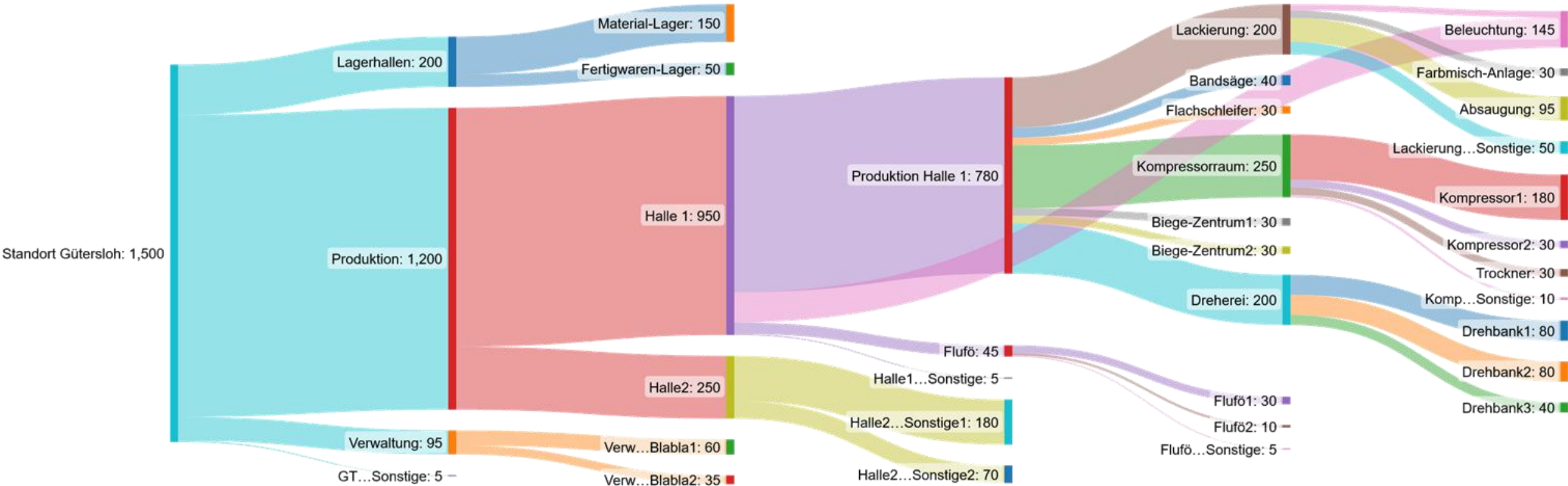
Hier ist der Übertrag „aus dem Bild“ ins Raster fortgeschritten. „Steht“ der Baum im Raster, ist es an der Zeit, die Positionen zu bewerten: Jede Position bzw. jede Zeile erhält einen Wert. Diese Werte lassen sich mit einem mit einem Excel-Tool in ein Sankey-Diagramm übersetzen: je höher der Wert, desto breiter der Fluß. Hier wird auf Einheiten verzichtet. Diese sollten später Teil der Bildunterschrift sein. [Link zum kostenfreien Excel-Tool der prowi: Link; Anleitung: hier]



E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Wert
Standort Gütersloh										1600
Lagerhallen										200
Material-Lager										150
Fertigwaren-Lager										50
Produktion										1200
Halle 1										950
Produktion Halle 1										780
Lackierung										200
Beleuchtung										25
Farbmisch-Anlage										30
Absaugung										95
Lackierung...Sonstige										50
Bandsäge										40
Flachschleifer										30
Kompressorraum										250
Kompressor1										180
Kompressor2										30
Trockner										30
Komp...Sonstige										10
Biege-Zentrum1										30

Energie-
verteilung
analysieren

So sieht ein Sankey-Diagramm (Fluss-Diagramm) auf Basis der eben gezeigten Daten aus.
Im Fluss-Diagramm lässt sich mit wenigen Blicken sehen, wo Prioritäten liegen



Made with SankeyMATIC



Last + Last-
verteilung
erheben

Verbesserungen / und genauere Betrachtungen fängt man am besten bei den dicken Brocken an.
Vorgehen nach 80/20-Regel ist ratsam.



Made with SankeyMATIC

Daten lassen sich elektronisch, halbautomatisch oder automatisch erheben. Wie viele Zähler brauchen Sie im Werk? Lohnt sich eine leistungsfähige Software? Wollen Sie nur messen oder wollen Sie auch regeln? Löhnen sich die Kosten für Sensorik und Aktorik? Wo beginnen Sie, wenn das Budget beschränkt ist? – Das alles lässt sich MIT einem Sankey-Diagramm besser und sicher entscheiden als OHNE.

erheben

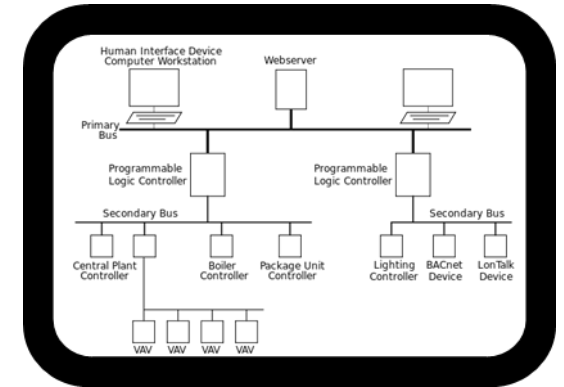
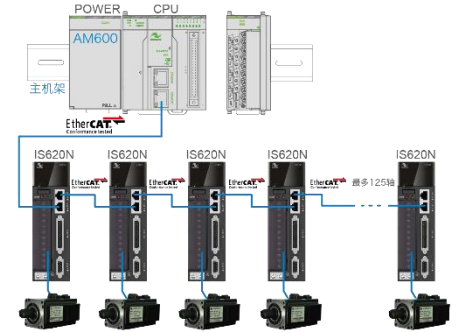
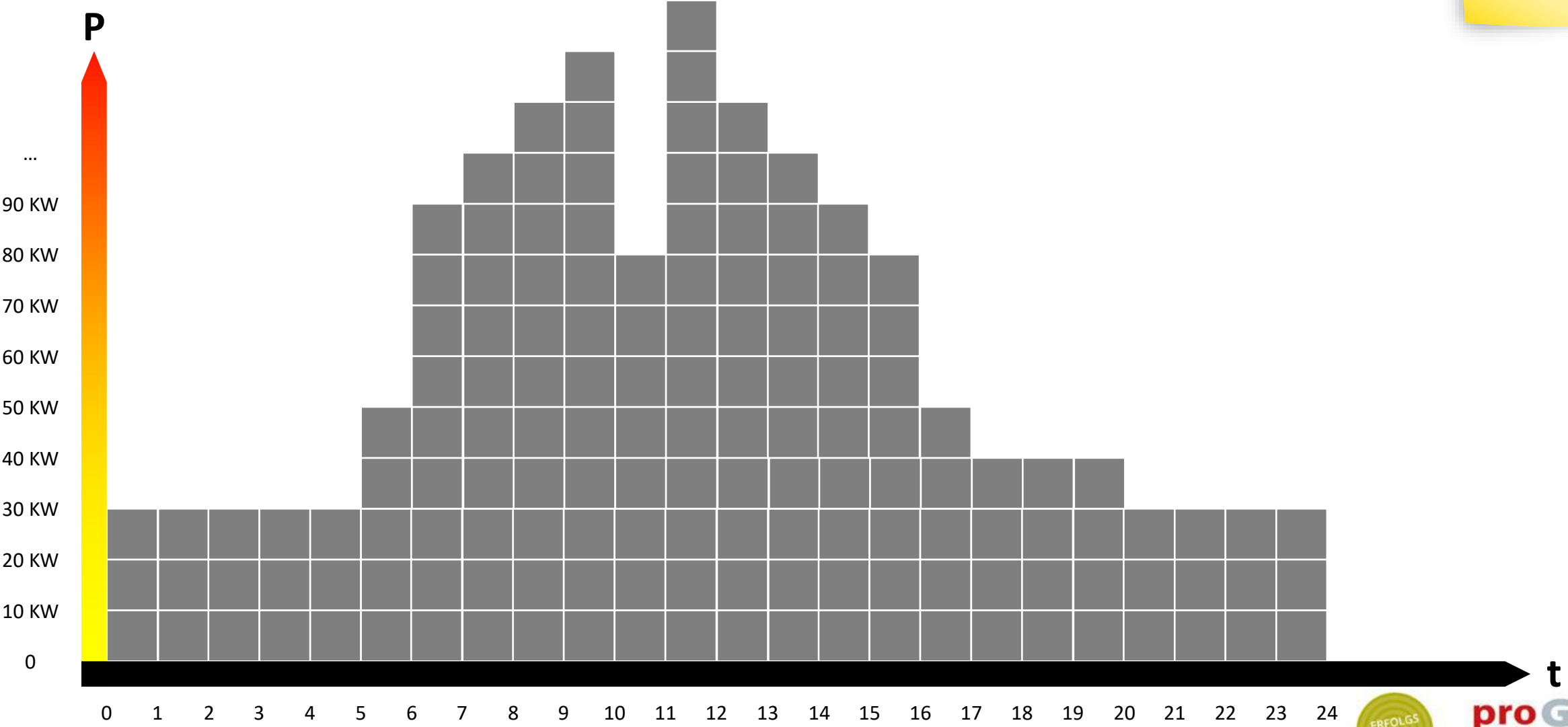


Bild-Quellen: Wikipedia



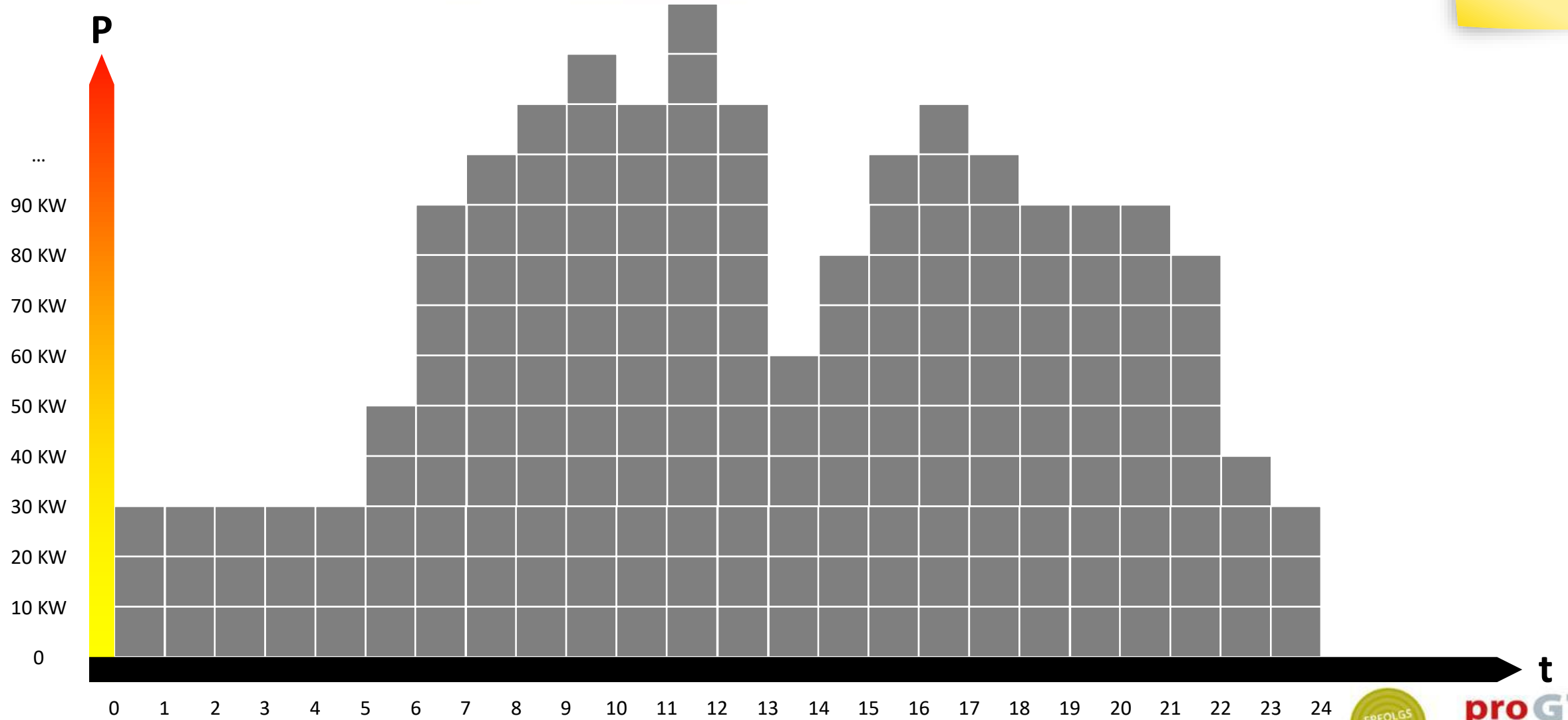
Lastprofil eines Einschicht-Betriebs mit Verwaltung (Schema)

Last + Lastverteilung erheben



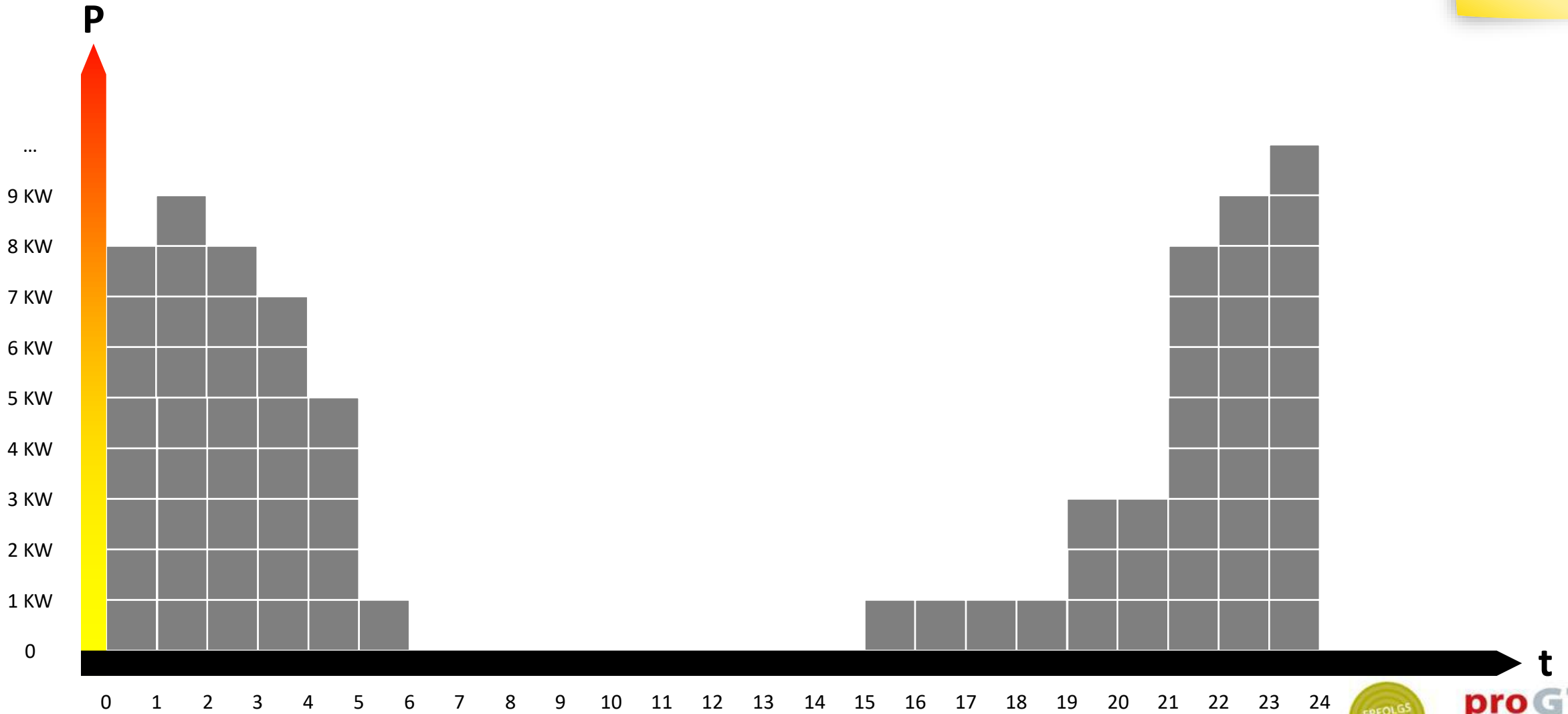
2 Schichten

Last + Last-
verteilung
erheben

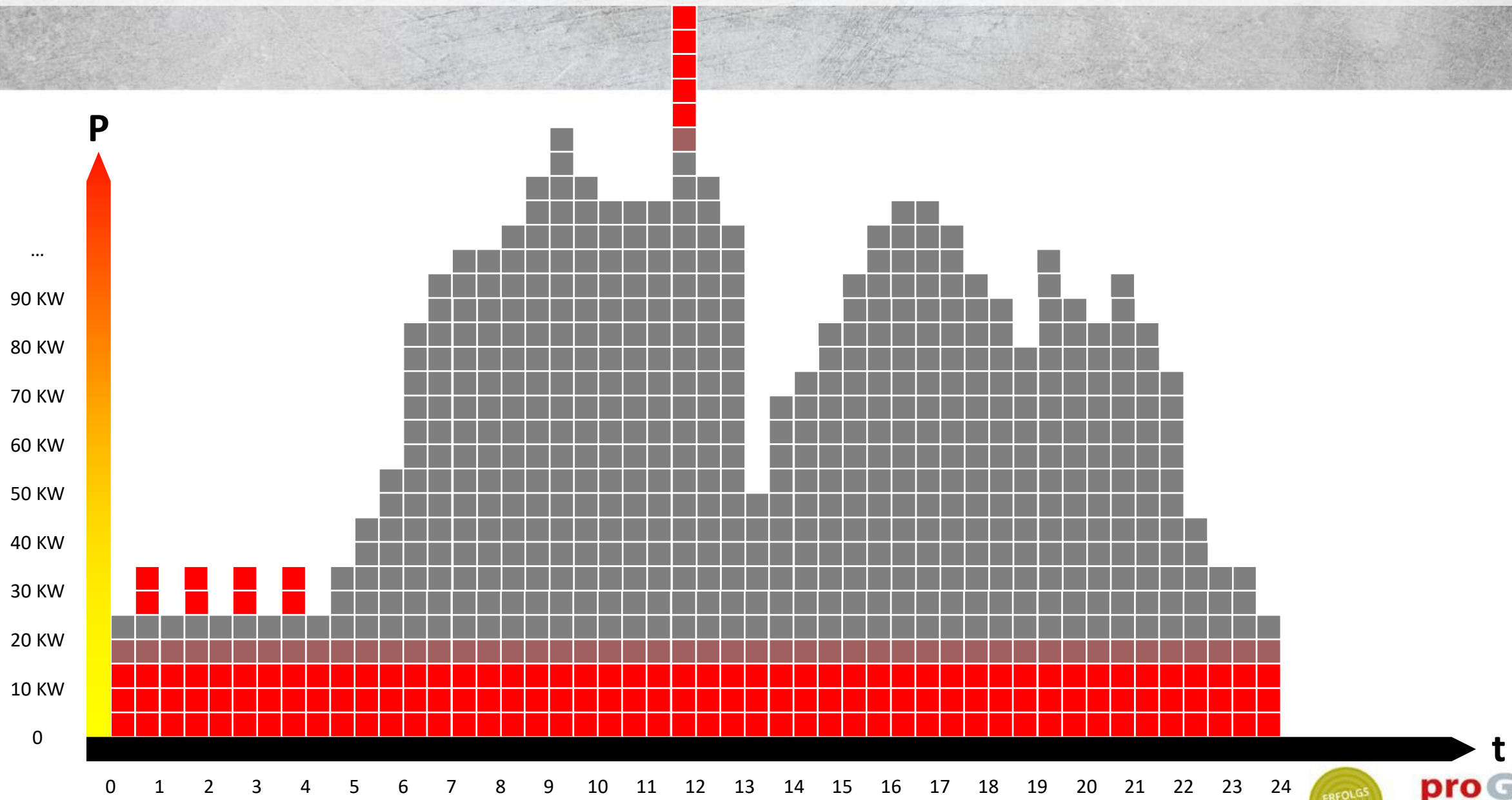


kleine Diskothek

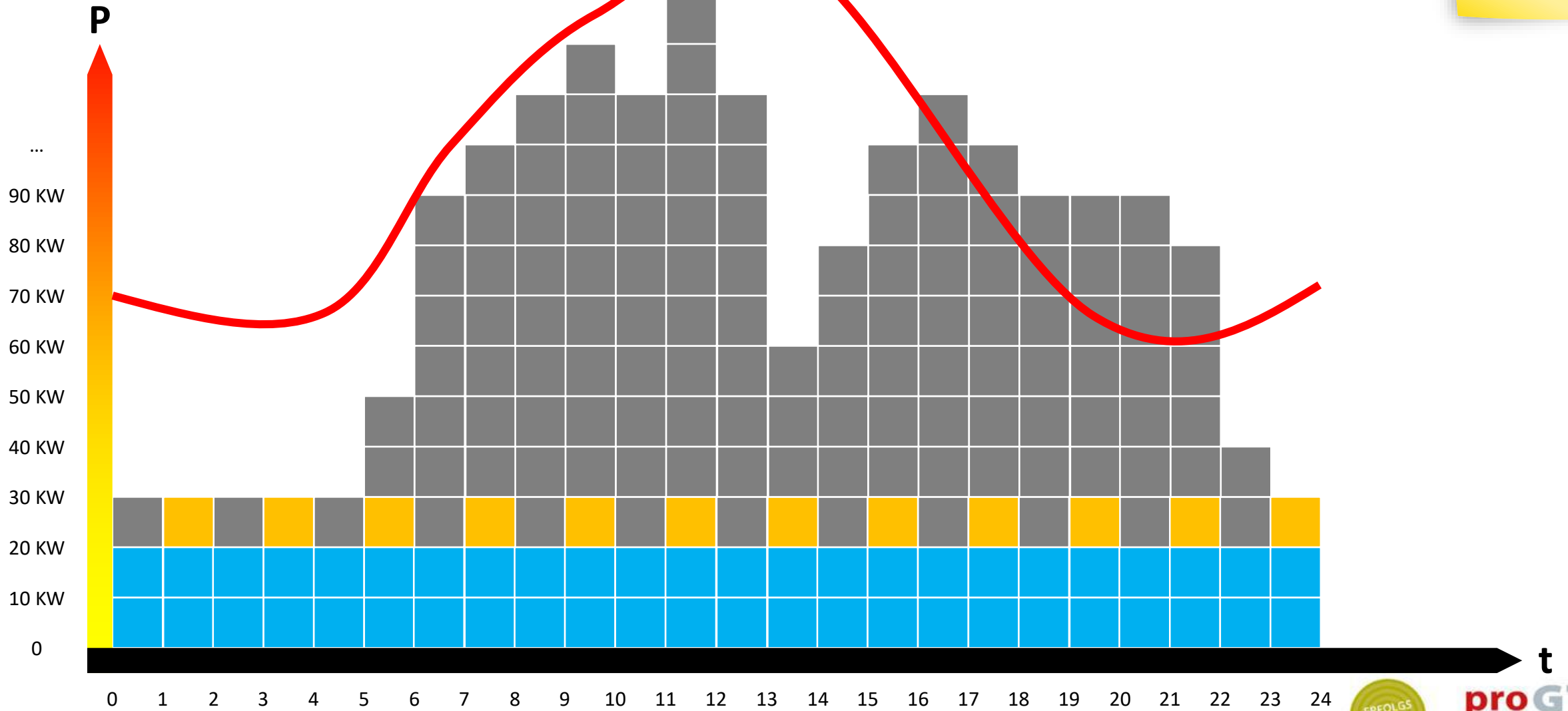
Last + Last-
verteilung
erheben



Lastganganalyse kann Verschwendung offenbaren. Hier zu hinterfragen: bedeutsame Spitze kurz vor Mittag, Takten in der Nacht, hohe Grundlast.

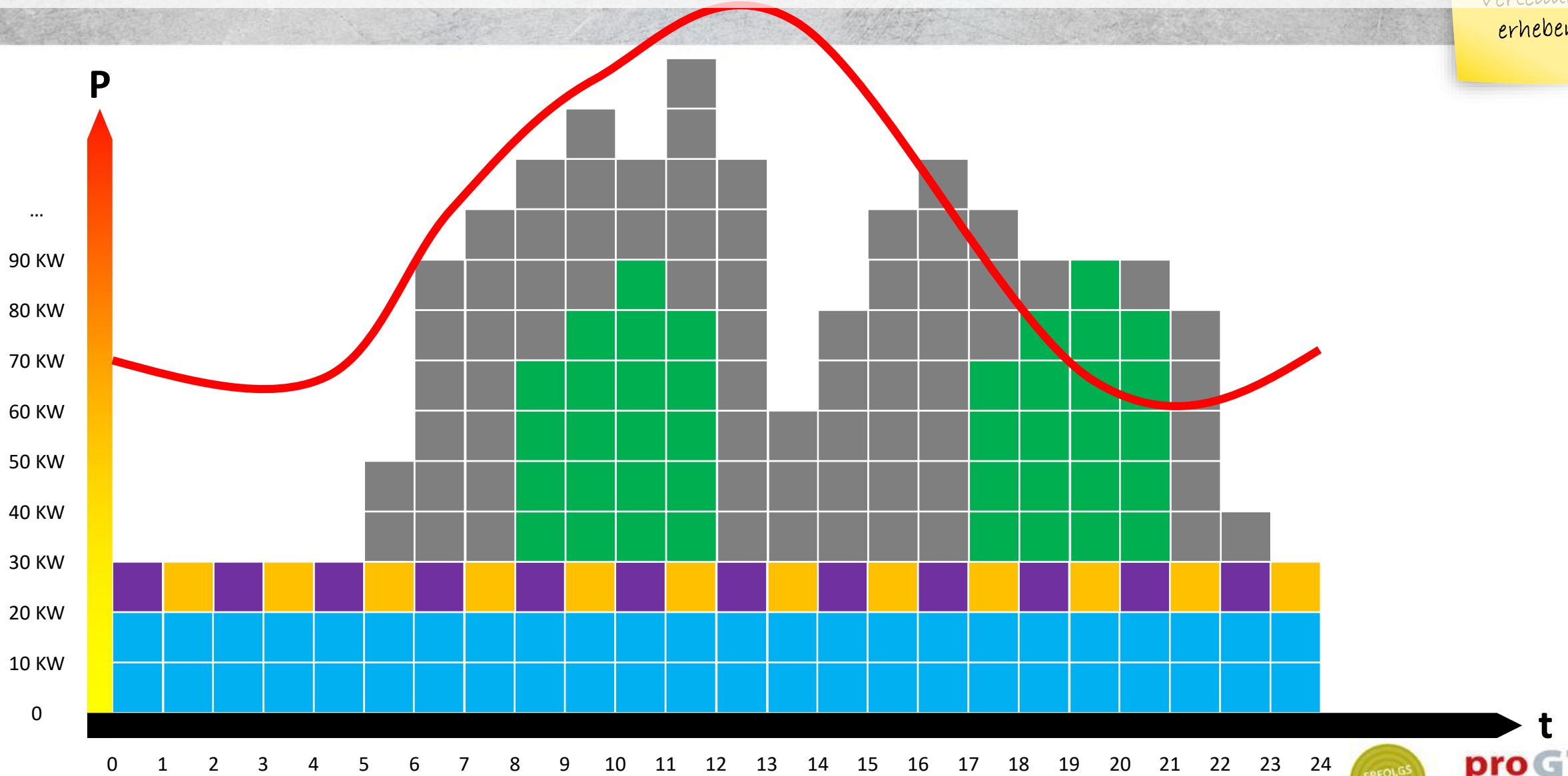


Last + Last-
verteilung
erheben

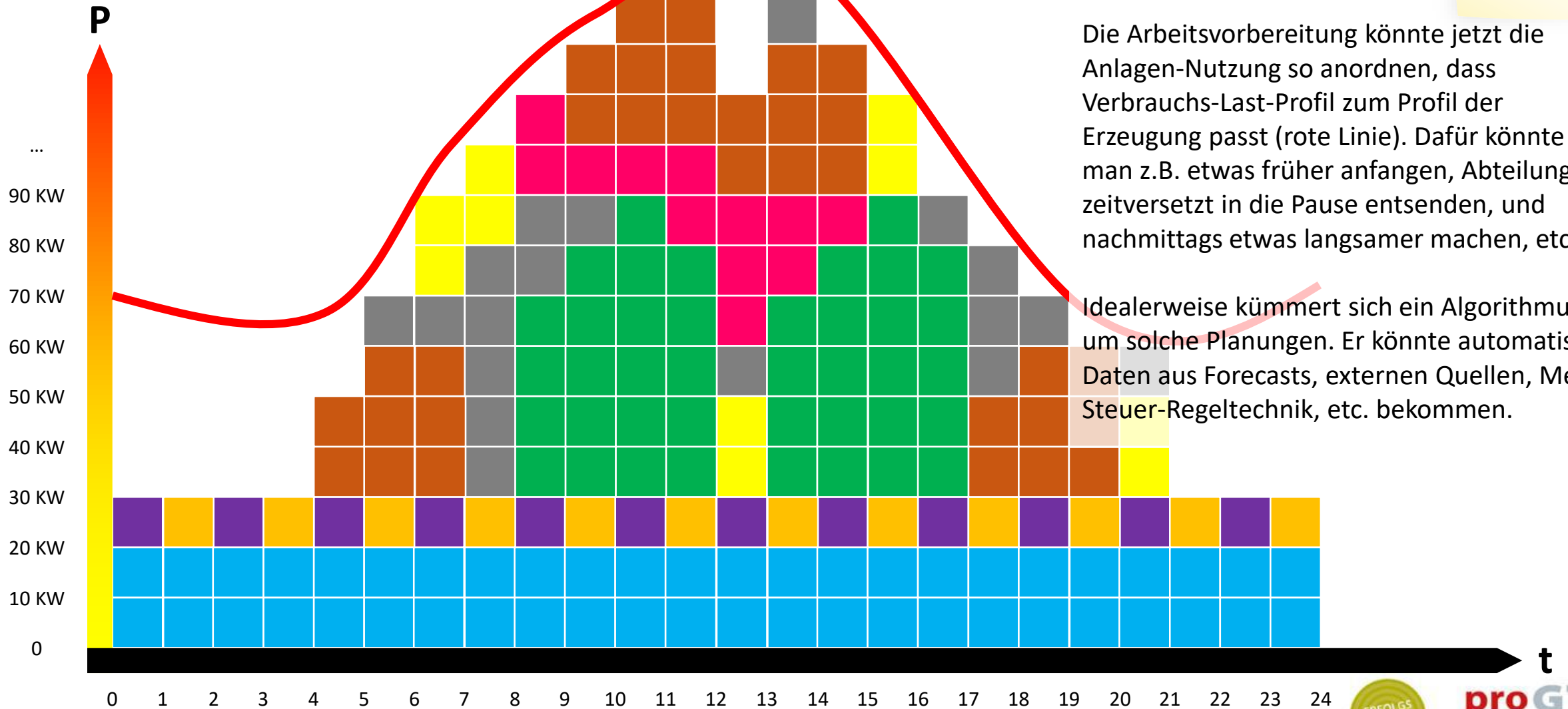


Die Lastprofile einzelner Anlagen (bunte Kästchencluster) addieren sich zu einem gesamt Lastprofil

Last + Last-
verteilung
erheben



Last + Last-
verteilung
erheben

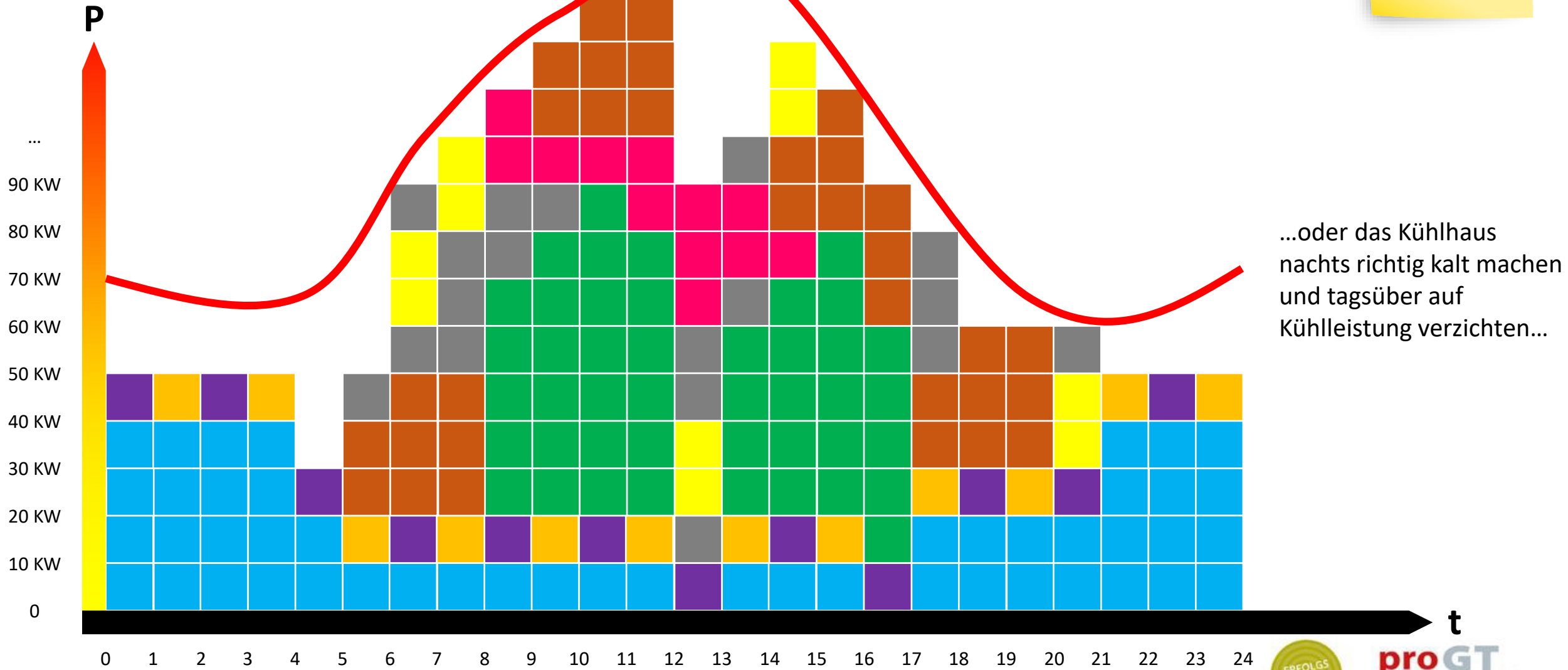


Die Arbeitsvorbereitung könnte jetzt die Anlagen-Nutzung so anordnen, dass Verbrauchs-Last-Profil zum Profil der Erzeugung passt (rote Linie). Dafür könnte man z.B. etwas früher anfangen, Abteilungen zeitversetzt in die Pause entsenden, und nachmittags etwas langsamer machen, etc.

Idealerweise kümmert sich ein Algorithmus um solche Planungen. Er könnte automatisch Daten aus Forecasts, externen Quellen, Mess-Steuer-Regeltechnik, etc. bekommen.



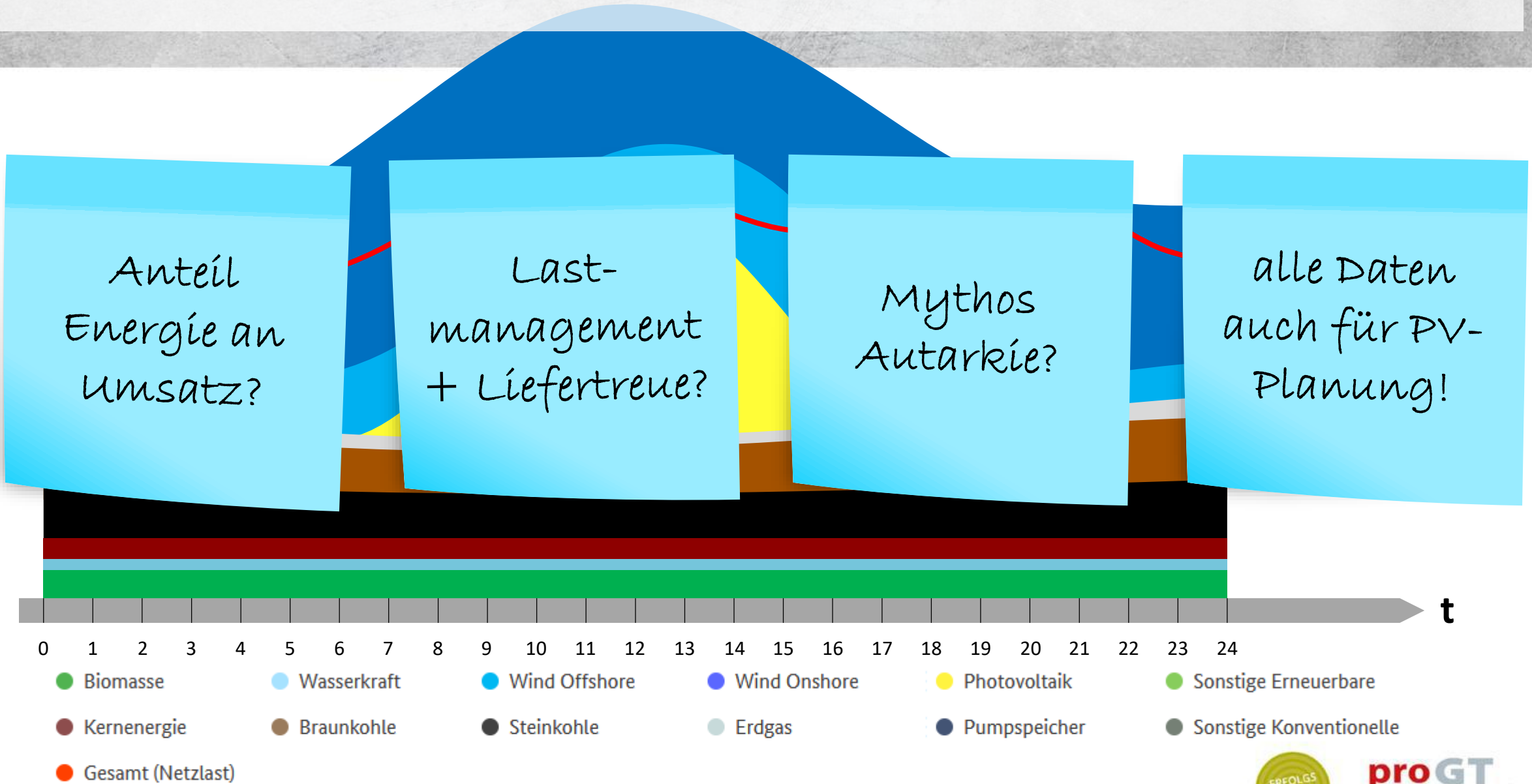
Last + Last-
verteilung
erheben



...oder das Kühlhaus
nachts richtig kalt machen
und tagsüber auf
Kühlleistung verzichten...



Ob sich die Flexibilisierung des Energieverbrauchs lohnt, hängt von einigen Faktoren ab, z.B. ...



- Biomasse
- Wasserkraft
- Wind Offshore
- Wind Onshore
- Photovoltaik
- Sonstige Erneuerbare
- Kernenergie
- Braunkohle
- Steinkohle
- Erdgas
- Pumpspeicher
- Sonstige Konventionelle
- Gesamt (Netzlast)



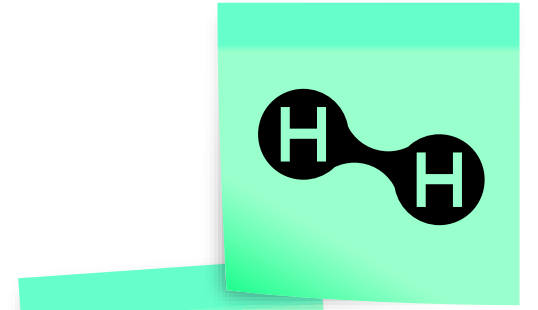
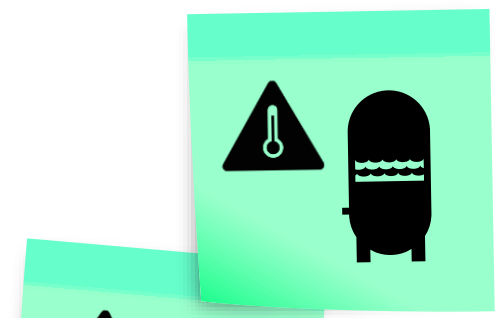
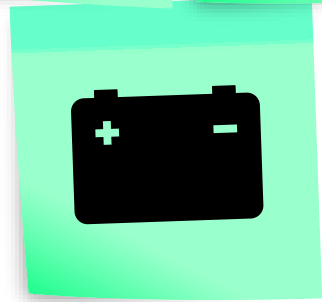
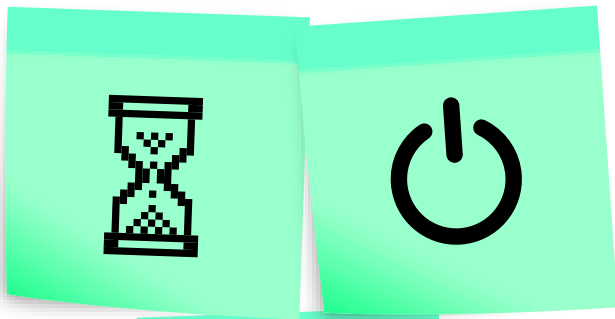
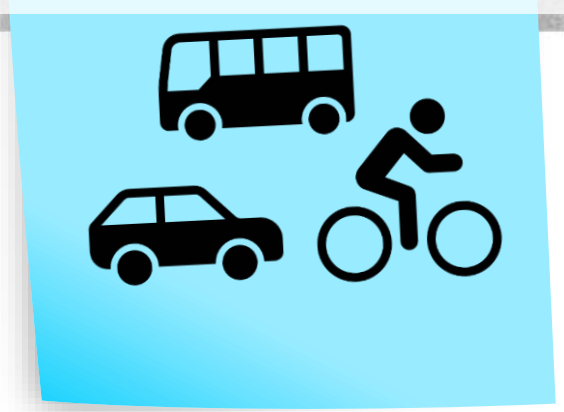
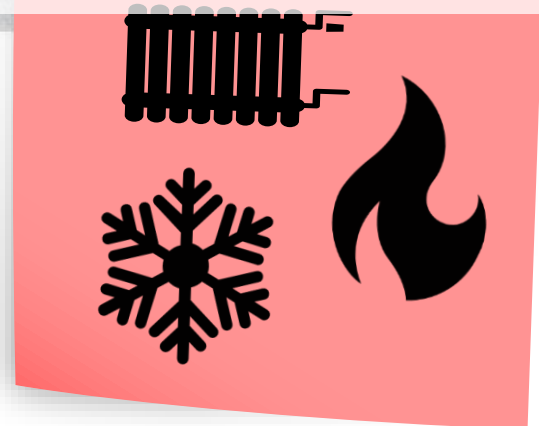
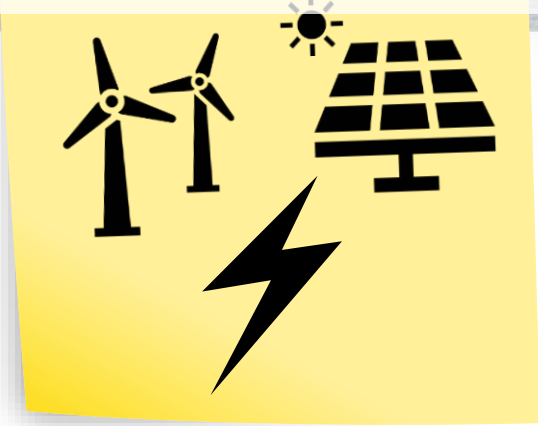
Flexibilitäten
suchen +
schaffen

Sektor

Puffer
(Auswahl)

Flexibilisierung kann besonders einfach durch Sektorenkopplung erreicht werden. Z.B. kann überschüssiger Strom zum Aufheizen eines Wassertanks, oder zum Laden eines e-Mobils verwendet werden.

Prinzipiell lässt sich jeder Energieform in eine andere wandeln (chemische in Strom, Strom in Wärme, Wärme in Bewegung, Bewegung in Strahlung, Strahlung in Wärme, ... ⚠ As herrschen erhebliche Unterschiede beim Wirkungsgrad



Viel Potenzial (auch für Energieeffizienz steckt in den sog. Querschnittstechnologien, also in Versorgungstechnik, die in vielen Unternehmen (mit unterschiedlichem Zweck) zum Einsatz kommt.

Heizen +
Prozess-
Wärme

Beleuchtung

Druckluft

Mobilität

IKT
(Informations-,
Kommunikations-
Technik)

Ø-Technologien

Kühlen +
Prozess-
Kälte

Raum-
Luft-
Technik

Trocknen/
Befeuchten

Steuern/
Regeln

Kälte/
Klima

Antriebe

Motoren

Drehzahl-
Regelung

Ventilatoren

Pumpen

Peripherie

Server

Informationstechnologie.

Einsparpotenzial häufig

75%



Beleuchtung.



dena
Deutsche Energie-Agentur

INITIATIVE
EnergieEffizienz+
Unternehmen & Institutionen

Energieeffizienz in kleinen und
mittleren Unternehmen.

Energiekosten senken. Wettbewerbsvorteile sichern.

Lüftungstechnik.

Einsparpotenzial häufig

25%



Pflichtlektüre!
Zum Herunterladen:
Broschüre anklicken

Gebäude.

Einsparpotenzial bis zu

60%

Bildquelle:
dena



Überblick: DAS geht immer

Durchführung
Energie-Audit
(DIN EN 16247-1)

Teilnahme
ÖkoProfit

Teilnahme
Energie-
Scouts OWL

Anmeldung
IHK-Newsletter
Energie + Umwelt
(IHK Lippe)



Möglichst NICHT von schnellen „geht NICHT“ beeindrucken lassen. Immer Kosten für Status Quo und Alternativen über DIESELBE Laufzeit vergleichen.

Flexibilitäten
bewerten

Maßnahme
XY?

Zu welchen
Kosten
geht 's?

Und was
kostet
NIXTUN?

geht nicht!



Immer alle 3 Werte zum Vergleich von Alternativen verwenden:

Flexibilitäten
bewerten

Maßnahme
XY?

Einsparung
(Nutzen)

Zu welcher
Kosten-
geht's?

Und was
kostet
NIXTUN?

Invest

Lebens-
dauer

Dieses Excel-Werkzeug zeigt gleichzeitig die Amortisationsdauer UND den Kontostand über die Lebensdauer an.
 (Amortisationsdauer ≈ Schnittpunkt mit Zeitachse;
 Lebensdauer ≈ Länge der Zeitachse)

Flexibilitäten
bewerten

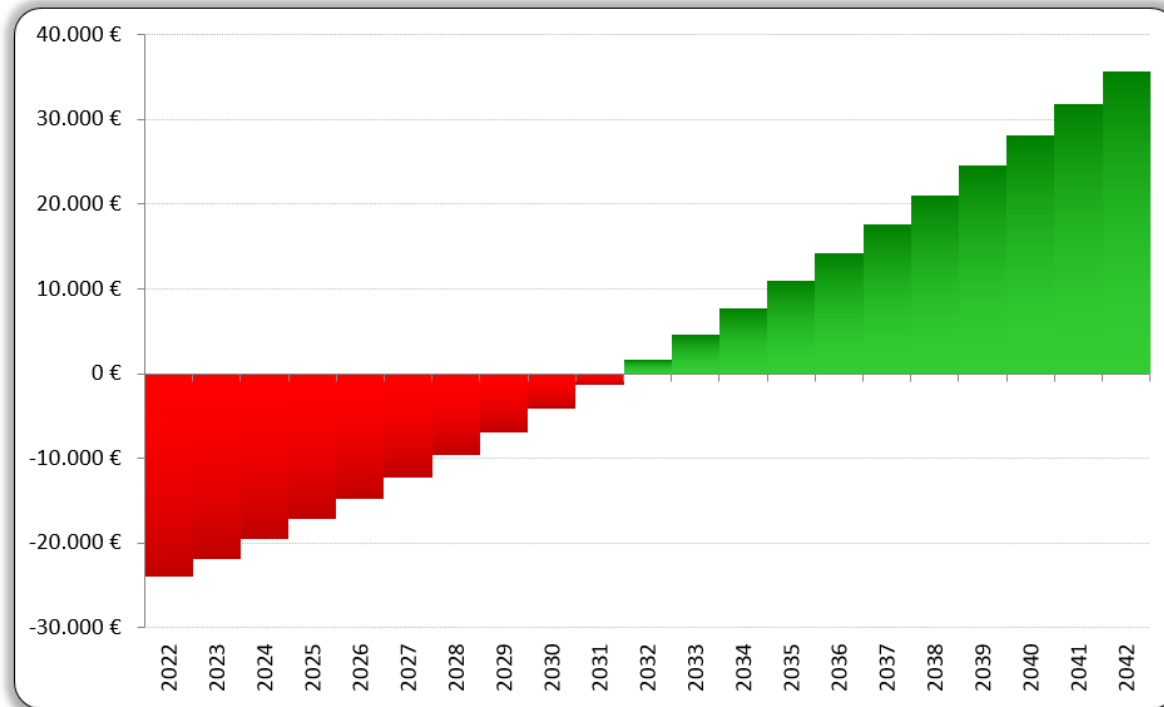
Effizienz-Maßnahme: Nutzung eigenen Solarstroms

jährliche Einsparung	2.100 €
Investition	24.000 €
Lebensdauer	20 Jahre

Startjahr	2022
Umsatz d. Unternehmens	800.000 €

Finanzierung?	nein
Laufzeit	10 Jahre
Darlehens-Zins	2,00 %

Energiepreiserhöhung?	ja
jährliche Steigerung	4,00 %



Einsparung nach 20 Jahren:	59.640 €
Amortisationszeit:	11,43 Jahre

Darstellung: Normal

Bei einer Umsatzrendite von 12,0 % müsste der Umsatz des Unternehmens um 2,2 % gesteigert werden, um denselben Gewinn zu erzielen, den die Effizienz-Maßnahme einbringt.



funktioniert auch mit dynamischen Werten / exponentiellem Wachstum

Flexibilitäten
bewerten

Effizienz-Maßnahme Beispiel mit übertriebenener Energiepreis-Steigerung

jährliche Einsparung	2.000 €
Investition	22.000 €
Lebensdauer	25 Jahre

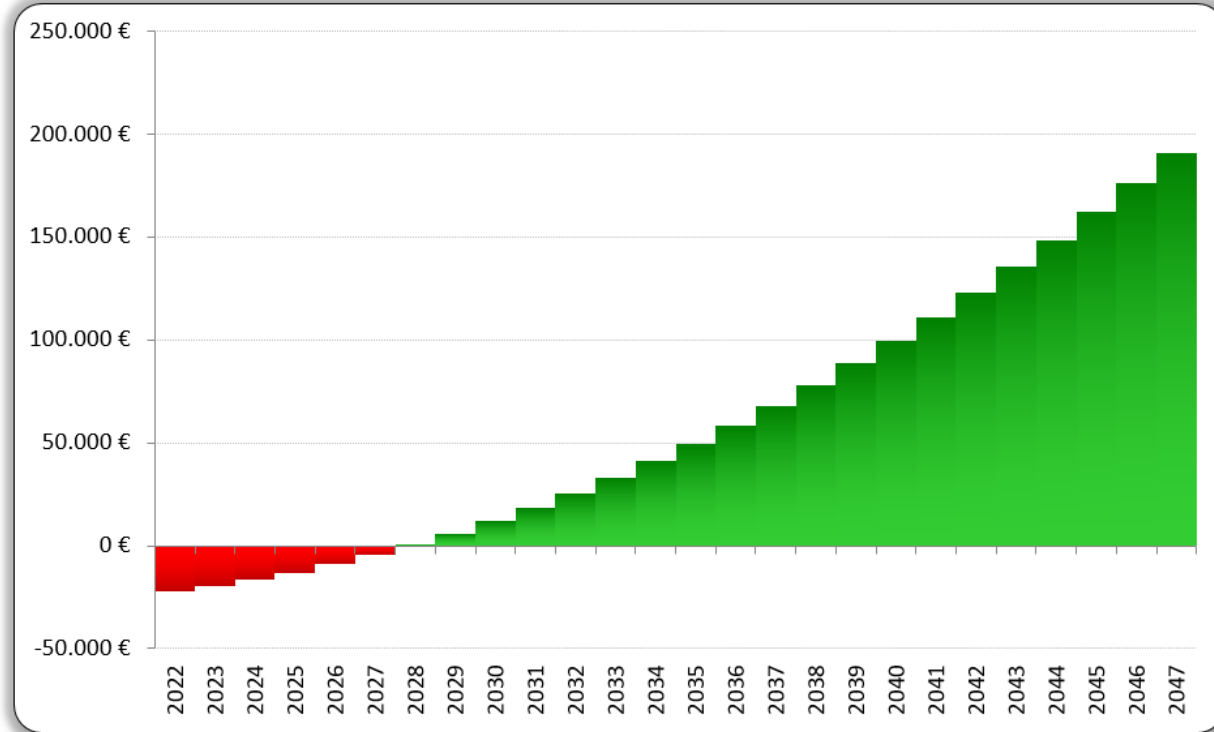
Startjahr	2022
Umsatz d. Unternehmens	800.000 €

Finanzierung?	nein
Laufzeit	10 Jahre
Darlehens-Zins	2,00 %

Energiepreiserhöhung?	ja
jährliche Steigerung	25,00 %

Einsparung nach 25 Jahren:	212.500 €
Amortisationszeit:	≈ 5,90 Jahre

Bei einer Umsatzrendite von 12,0 % müsste der Umsatz des Unternehmens um 2,1 % gesteigert werden, um denselben Gewinn zu erzielen, den die Effizienz-Maßnahme einbringt.



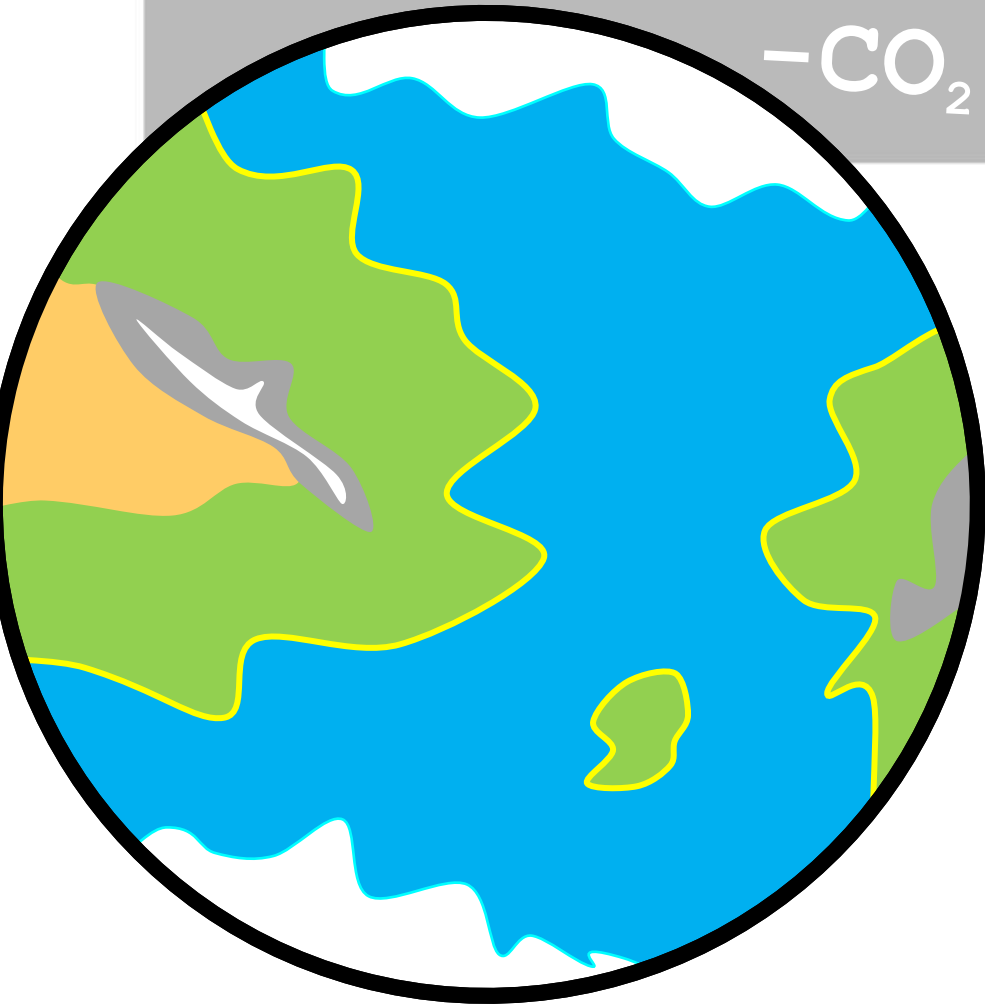
Darstellung: Normal



ÖKO-Förderwelt

Förderketten verketteten Fördermittel

-CO₂



Energieberatung_{KMU}  Förderquote
 absoluter Förder-Betrag

führt zu

Effizienz-Maßnahmen 

erfordern gelegentlich

Sanierungsfahrpläne 

führen gelegentlich zu

Transformationskonzept 



gutes Werkzeug:

Förder-Navi der ehem.
EnergieAgenturNRW (E4C)



FÖRDER.NAVI

Für wen?

- Projektverantwortliche in Unternehmen
- alle Unternehmensgrößen

Wie viel?

- kostenfreie Nutzung

Für was?

schneller und aktueller Überblick über die Förderlandschaft Energie/Umwelt. Gut: Filter-Option z.B. für:

- Sektoren (Unternehmen, Kommunen, Mobilität,...)
- Vorhaben
 - Erneuerbare Energien
 - Gebäude und Wärme
 - Energie- & Ressourceneffizienz
 - Mobilität
 - ...

[Zum Portal!](#) 



proGT
Wirtschaft
ERFOLGREICH IM KREIS GÜTERSLOH

Ich helfe gern bei organisatorischen oder
technischen Baustellen in Ihrem Betrieb.
Bitte rufen Sie bei Bedarf einfach an!



 05241 85-1461

 p.bruebler@prowi-gt.de

 /pbruebler



proGT
Wirtschaft
ERFOLGREICH IM KREIS GÜTERSLOH