

Stundenplan V35

Benutzerhandbuch

Automatische Stundenplanerstellung mit OR-Tools

Inhalt

Inhalt

1. Überblick.....	4
2. Die Excel-Eingabedatei.....	5
2.0 Übersicht aller Tabellenblätter.....	6
2.1 Sheet „UV“ – Unterrichtsdaten (früher „U-Verteilung“).....	8
2.2 Sheet „Lös“ – Zeitraster und Lösungen (früher „Lösungen“).....	9
2.3 Sheet „PM“ – Steuerungsparameter (früher „Parameter“).....	9
2.4 Sheet „StD“ – Lehrer-Stammdaten (früher „Stammdaten“).....	9
Harte Regeln – die fünf „hart“-Spalten.....	10
Freie Tage – die Spalten „Freie Tage“ und „Gewicht freie Tage“.....	11
Zeitbandwünsche – die Spalten „Freie Stunden“, „Tage freie Stunden“ und „Gewicht freie Stunden“.....	11
Späte päd. Einheiten verbieten – die Spalte „Verbot Bad units“.....	11
Später Tag → späterer Beginn am Folgetag – die Spalte „Gewicht Spät-Früh“.....	12
2.5 Sheet „Farben“ – Farbcode für den Plan-Editor.....	12
2.6 Sheets „ZWL“ und „ZWK“ – Zeitwünsche (früher „ZeitWL“/„ZeitWK“).....	13
2.6a Sheet „Ausnahmen ZWK“ – Zeitwünsche je Klasse deaktivieren.....	13
2.7 Sheet „Fix UNrn“ – Fixierte UNrn.....	14
2.8 Sheet „Plan“ – Manueller Ausgangsplan (früher „Unr-Plan“).....	14
2.9 Sheet „FGR“ – Fachgruppenräume (früher „Fachgruppenräume“).....	14
2.10 Prüf- und Diagnose-Blätter: ChkFix, Dstd-F, TR-F und FPK-F.....	14
ChkFix – Prüfung der fixierten UNrn (vor dem Solverlauf).....	15
Dstd-F – Doppelstunden-Vorgaben (Min/Max).....	15
TR-F – Tagesregel.....	15
FPK-F – Fach pro Klasse und Tag (echte Solver-Regel).....	15
2.11 Sheet „Klassengruppen“ – Klassengruppen, Differenzierungskurse und Teilgruppen (neu in V13).....	16
Beispiel 1 – Einfacher Split (Sport getrennt nach m/w).....	16
Beispiel 2 – Überlappende, klassenübergreifende Kurse (Sprachkurse).....	17
Beispiel 3 – Differenzierungsband mit Fächerkombinationen (L+Ge / IF+Ph).....	18

3. Zeitwunsch-Textdatei	20
4. Programmbedienung – Schritt für Schritt.....	21
Button 1 – Excel-Datei einlesen.....	21
Button 2 – Zeitwünsche einlesen/exportieren.....	21
Button 3 – Plan importieren	21
Button 4 – Plan bewerten	21
Button 5 – Plan prüfen (Verletzungen)	21
Button 6 – UV als GPU importieren.....	22
Button 8 – Gezielt fixieren und ignorieren.....	23
Button 9 – PM-Parameter bearbeiten	23
Button 10 – Stundenplanerstellung.....	24
Button 10a – Schneller Solver (optional)	24
Gekoppelte Vorplanung (Zwei-Phasen-Modus im schnellen Solver)	26
Button 10b – Teilplan-Modus (maximale fehlerfreie Teilverplanung).....	27
Button 11 – Plan-Editor (interaktiv).....	28
Button 12 – Lösung sichern	28
Button 13 – Gesicherte Lösung löschen	29
Button 14 – Lösung verbessern.....	29
Button 15 – Minimale Änderungen (Solver)	29
Button 16 – Fixierungen/Lösung exportieren (Plan/Lös)	30
Button 17 – Diagnose an Diag anhängen	31
Button 18 – Klassenpläne erzeugen	31
Button 19 – Klassenpläne EF / Q1 / Q2.....	31
Button 20 – Lehrerpläne erzeugen	31
Button 21 – Stammdaten (StD) bearbeiten	31
4b. Manueller Plan-Editor	32
Aufbau des Fensters	32
Navigation.....	32
Farbcode (Einfärben nach Klasse oder Fach).....	32
Diag-Werte (Lehrer-Diagnose anzeigen)	33
Diag-Filter (Lehrerliste auf Auffällige beschränken).....	33
UV-Betrachtung im Plan-Editor	34
Fachgruppenplan (reine Ansicht)	35
Pläne anheften (mehrere Pläne gleichzeitig).....	35
Bearbeitungsmodi	35

Drag & Drop – Verschieben und Tauschen.....	36
Parkbereich – Filter nach Klick-Kontext.....	36
Fixieren per Rechtsklick.....	36
Drag-Over-Hervorhebung	36
Tauschvorschläge (linke Spalte im Detailbereich)	36
Verschiebung mit Ausweich (mittlere Spalte im Detailbereich).....	37
Ziehen auf ein verbotenes oder kollidierendes Feld.....	37
Vergleichspläne und Pfeile.....	37
Vergleichsmodus (zwei Lösungen nebeneinander).....	38
Diagnose-Panel (rechte Spalte im Detailbereich)	38
Gewichtungszahl der Zeitwünsche	38
Schaltflächen im Plan-Editor.....	38
Harte Konfliktsperren.....	39
Gespeicherte Ansichtseinstellungen (Sheet EdCfg)	39
4c. Live-Zwischenstände während des Solverlaufs.....	40
5. Die PM-Tabelle und die Qualitätsfunktion.....	40
5.1 Rolle der PM-Tabelle.....	40
5.2 Parameter nach Funktion.....	41
Laufzeit / Lösungsmenge.....	41
Zielgewichte und Strafen (fließen in die angezeigte Qualität ein).....	41
Nur im Solver-Ziel (nicht in der angezeigten Qualität – siehe 5.4).....	42
Harte Constraints / Sonstiges	43
5.3 Formel der Qualitätsfunktion	44
5.4 Unterschied: Solver-Ziel vs. angezeigte Qualität.....	45
5.6 Parameterwahl für die lokale Verbesserung (Button 14)	45
5.7 Kurzreferenz: alle PM-Parameter	46
6. Empfohlener Arbeitsablauf.....	48
7. Hinweise und Fehlerbehebung.....	49
Fehlermeldungen und ihre Bedeutung	49
Checkliste: Fehlerursache bei Infeasibility („unlösbar“) finden.....	49
Allgemeine Hinweise	50
8. Nutzbare Hohlstunden (NuHo)	51
8.1 Was ist eine NuHo?	51
8.2 Voraussetzung: Vertretungsbereitschaft (Vber Wstd)	51
8.3 Steuerung über die PM-Tabelle	52

8.4 Ausgaben	52
8.5 Anzeige im Plan-Editor.....	53
9. Glossar.....	53

1. Überblick

Das Programm erstellt Stundenpläne vollautomatisch mit dem CP-SAT-Solver von Google OR-Tools und unterstützt zusätzlich die manuelle Nachbearbeitung. Die gesamte Konfiguration und alle Ergebnisse liegen in einer einzigen Excel-Datei.

Das Programm folgt weitgehend den Tabellenstrukturen und Bezeichnungen im bekannten Stundenplanprogramm UNTIS und erlaubt in beide Richtungen den Austausch der relevanten Daten einschließlich der fertigen Stundenpläne mit einer UNTIS-Datei.

Es unterstützt folgende Kernfunktionen:

- Vollautomatische Planerstellung unter Berücksichtigung von Lehrer- und Klassenkonflikten
- Zeitwünsche und Sperrzeiten für Lehrer und Klassen (-3, -2)
- Doppelstunden, Fachraum-Limits, Tauschgruppen, A-/B-Wochen
- Zusätzliche freie Lehrertage direkt im Sheet StD (Spalten „Freie Tage“ / „Gewicht freie Tage“)
- Zeitbandwünsche je Lehrer: ein bestimmtes Stundenband (z. B. ein freier Nachmittag) an mehreren Tagen freihalten, Sheet StD (Spalten „Freie Stunden“ / „Tage freie Stunden“ / „Gewicht freie Stunden“)
In Version 126 FSI: Wunsch kann durch Erfüllung anderer Wünsche wie freien Tagen erfüllt werden
In Version 127 FSZ: Wunsch ist streng zusätzlich
- Verbot später pädagogischer Einheiten („bad units“) je Lehrer, Sheet StD (Spalte „Verbot Bad units“)
- **Individuell einstellbare harte Regeln je Lehrer (Sheet StD): Hohlstunden, Stundenfolge, Std./Tag, Doppel-/Dreifach-Hohlstunden verbindlich statt nur als Strafe. Durch diese Funktion kann die deutliche Überlegenheit des OR-Tools ausgenutzt werden.**
- Zeitwünsche für spezifische Klassen deaktivieren: harte ZWK-Sperren (-3) je Fach und Klasse abschalten, Sheet „Ausnahmen ZWK“ (block-weit je UNr)

- Mehrfache Fächerplanung pro Tag: ausgewählte Fächer dürfen pro Klasse mehrmals am selben Tag liegen (PM-Parameter „Fächer beliebig oft am Tag“), ausgenommen von der Regel „Fach pro Klasse pro Tag“
- Stammdaten-Verwaltung mit Import aus Untis (GPU004) über einen eigenen Dialog (Button 21)
- Untis-Datenaustausch (GPU002) mit wählbarem Zeichensatz (UTF-8/ANSI); Export wahlweise nur für ausgewählte Unterrichte und mit ZZ-Lehrer-Trick
- Zweiter Beschriftungstext (ZeilenText-2) mit automatischer Kursfarbe (LK01/LK02)
- Iterative Verbesserung bestehender Pläne
- Export von Lehrer- und Klassenplänen als Excel-Sheets
- Constraint-Prüfung mit farbcodiertem Verletzungs-Report (Sheet Verl)
- Automatische Checkup-Prüfung der fixierten UNrn vor jedem Solverlauf (Sheet ChkFix)
- Manueller Plan-Editor mit Drag-&-Drop, Tauschvorschlägen und Verschiebung-mit-Ausweich
- Frei konfigurierbarer Farbcode je Klasse bzw. Fach im Plan-Editor (Sheet Farben)
- Zusätzlicher Fachgruppenplan und gleichzeitiges Anheften mehrerer Lehrer-/Klassen-/Fachgruppenpläne im Plan-Editor
- UV-Betrachtung direkt im Plan-Editor (Rohdaten aus dem Sheet UV, inkl. ignorierte Zeilen), mit editierbaren Datenspalten und Rückschreiben in die Excel-Datei
- Live-Einsicht in Zwischenstände während langer Suchläufe, ohne den Solver zu unterbrechen
- Plan-Editor merkt sich seine Ansichtseinstellungen je Excel-Datei (Sheet EdCfg): Farb-/Bearbeitungsmodus, Optionen, Diag-Filter, Fenstergröße/-position sowie zuletzt gewählte Lösung/Lehrer/Klasse

2. Die Excel-Eingabedatei

Die gesamte Konfiguration erfolgt in einer einzigen .xlsx-Datei. Das Programm liest beim Start ausschließlich diese Datei und schreibt alle Ergebnisse in dieselbe Datei zurück.

⚠ Das Programm arbeitet ausschließlich mit einer .xlsx-Datei. Immer diese .xlsx-Datei einlesen.

2.0 Übersicht aller Tabellenblätter

Alle internen Sheets verwenden kurze Namen. Die folgende Tabelle zeigt die Zuordnung zwischen kurzem Blattnamen und der bisherigen Langbezeichnung.

Kurzname	Alter Name	Inhalt
UV	U-Verteilung	Zentrale Unterrichts- und Lehrerzuordnung (Pflicht).
Lös	Lösungen	Zeitraster und berechnete Lösungsspalten (Pflicht).
PM	Parameter	Steuerungsparameter für den Solver (Pflicht).
StD	Stammdaten	Individuelle Lehrer-Einstellungen inkl. harter Regeln und freier Tage (optional).
ZWL	ZeitWL	Zeitwünsche für Lehrer (wird von Button 2 erzeugt).
ZWK	ZeitWK	Zeitwünsche für Klassen (wird von Button 2 erzeugt).
FGR	Fachgruppenräume	Fachraum-Limits nach Fachgruppe (optional).
Klassengruppen	–	Klassengruppen, Differenzierungskurse und Teilgruppen: bildet Klassenaufteilungen und klassenübergreifende Kurse ab, sodass disjunkte Gruppen parallel liegen dürfen (optional; neu in V13).
SpätSchwelle	–	Wst-abhängige Schwelle für späte päd. Einheiten: Spalte A = Wst, Spalte B = Schwelle (optional; fehlt das Blatt oder eine Wst, gilt die Schwelle 2). Zusätzlich: C1 = Beschriftung „Def spät ab Stunde“, C2 = die Stunde, ab der ein Slot als „spät“ gilt (z. B. 5 $\Rightarrow$ bereits die 5. Stunde ist spät). Fehlt C2, gilt 6. Dieser Wert gilt für ALLE Spät-Funktionen.
Ausnahmen ZWK	–	Ausnahmen von der harten ZWK-Sperre (–3): Spalte A = Fach, Spalte B = kommasseparierte Klassen. Für die Unterrichte des gelisteten Fachs wird die –3-Klassensperre der genannten Klassen abgeschaltet (block-weit für die ganze UNr). Fehlt das Blatt, gilt das bisherige Verhalten (optional; siehe 2.6a).
Farben	–	Farbcode je Klasse bzw. Fach für den Plan-Editor (optional; wird vom Farbcode-Dialog im Plan-Editor angelegt und gepflegt).
Fix UNrn	Fix UNrn	Fixierte Zeitslots (wird von „Gezielt fixieren“ (Button 8) und per Rechtsklick im Plan-Editor befüllt).

Kurzname	Alter Name	Inhalt
Plan	Unr-Plan	Manueller Ausgangsplan (optional; manuell, per Button 3 oder Button 4 befüllbar).
Rank	SolverRanking	Ranking aller berechneten Lösungen, nach Qualität sortiert (Ausgabe).
Verl	Verletzungen	Constraint-Verletzungs-Report (Ausgabe, von Button 5 erzeugt).
Diag	Diagnose	Lehrer-Diagnose-Übersicht (Ausgabe).
ChkFix	Checkup FixUNrn	Prüfung der fixierten UNrn vor dem Solverlauf (Ausgabe, von Button 10 erzeugt).
Dstd-F	–	Detailliste der UNrn je Lehrer mit Verletzung der Doppelstunden-Vorgabe (Ausgabe).
TR-F	–	Detailliste der UNrn je Lehrer mit Verletzung der Tagesregel (Ausgabe).
FPK-F	–	Fach/Klasse/Tag-Kollisionen nach der harten Solver-Regel: pro Klasse und Tag höchstens 1 Stunde eines Fachs, 2 nur als echte Doppelstunde (Ausgabe).
Tausch	Tauschliste	Liste der Lehrertausch-Paare (Ausgabe).
Gesichert	–	Dauerhaft gesicherte Lösungen (Ausgabe, von „Lösung sichern“ = Button 12 befüllt).
GesichertLehrer	–	Lehrer-Begleitblatt zu „Gesichert“: die von der UV abweichenden (getauschten) Lehrer je UNr und Teil-Index (Ausgabe; entsteht nur bei Tausch-Lösungen und wird mit der Sicherung wieder gelöscht).
LösLehrer	–	Lehrer-Begleitblatt zu „Lös“, gleicher Aufbau (Ausgabe; wird bei jedem Solverlauf komplett neu geschrieben).
EdCfg	–	Gespeicherte Ansichtseinstellungen des Plan-Editors (optional; wird beim Schließen des Plan-Editors automatisch geschrieben und beim nächsten Öffnen wieder geladen).
KP_...	–	Klassenplan je Klasse als Wochenraster (Ausgabe, von Button 18 bzw. 19 erzeugt; ein Blatt „KP_<Klasse>“ pro Klasse).
LP_...	–	Lehrerplan je Lehrer als Wochenraster (Ausgabe, von Button 20 erzeugt; ein Blatt „LP_<Lehrer>“ pro Lehrer).
NuHo	–	Übersicht der nutzbaren Hohlstunden je Lehrer und Lösung (Vertretungsbereitschaft und NuHo-Wochenstunden; Ausgabe, siehe Kapitel 8).

Kurzname	Alter Name	Inhalt
NuHoKP_...	–	Detail-Klassenplan der nutzbaren Hohlstunden je Lösung (Ausgabe; ein Blatt „NuHoKP_<Lösung>“).
Abw	Abweichungsliste	Abweichungen einer berechneten Lösung zum gewählten Ausgangsplan (Ausgabe, von „Minimale Änderungen“ = Button 15 erzeugt).
Solver-Set	–	Einstellungen des schnellen Solvers (Gap-Werte, Greedy-Hint, harte Kappungen) samt Ein/Aus-Zustand (optional; wird über „Optionen...“ gespeichert und beim Einlesen automatisch geladen; siehe Button 10a).

2.1 Sheet „UV“ – Unterrichtsdaten (früher „U-Verteilung“)

Spalte	Pflicht?	Beschreibung
U-Nr	Pflicht	Eindeutige Unterrichtsnummer. Zeilen mit gleicher U-Nr gehören zusammen (Block).
Wst	Pflicht	Wochenstunden des Unterrichts (z. B. 3 = 3 Stunden pro Woche).
Lehrer	Pflicht	Lehrerkürzel (z. B. MUS, WIN).
Fach	Pflicht	Fachbezeichnung (z. B. DE, MA, BI).
Klasse(n)	Pflicht	Klasse(n), kommasetrennt (z. B. 5a oder 9b,9c).
ZeilenText	Optional	Beschriftungstext, erscheint in Klassenplänen zusätzlich zur UNr.
ZeilenText-2	Optional	Zweite Beschriftung; steuert die Kurskennung (LK01/LK02) für die Farbmarkierung in Klassenplänen.
LTKZ	Optional	Lehrertauschkennzeichen (austauschbare Lehrer innerhalb einer Tauschgruppe). Siehe Tipp unter dieser Tabelle.
Fix (X)	Optional	Kennzeichnet die gesamte UNr als „fixiert“. Wird u. a. von „Gezielt fixieren“ (Button 8) und – neu – vom Rechtsklick im Plan-Editor gesetzt/entfernt. Dient der Anzeige und dem GPU-Export; die slotgenaue Fixierung für den Solver steht dagegen im Sheet „Fix UNrn“.
(E)	Optional	x eintragen = Doppelstunde darf über eine große Pause gehen.
Ignore (i)	Optional	i eintragen = Zeile wird ignoriert (nicht verplant). Haben alle Zeilen einer UNr ein „i“, wird die gesamte UNr nicht verplant.

Tipp: LTKZ (Lehrertauschkennzeichen): Format Zahl+Buchstabe (z. B. „5a“, „5b“, „5c“). Gleiche Zahl = eine Tauschgruppe; verschiedene Buchstaben = austauschbare Rollen mit je einem Lehrer. Der Solver darf in der Phase „mit Tausch“ (Button 10) und in Button 14 die Lehrer solcher Rollen paarweise gegeneinander austauschen, um Hohlstunden und freie Tage zu verbessern. Hierbei sucht der Solver gezielt nach besonders aussichtsreichen Tauschen, indem er die Tausche favorisiert, die zu einer Reduzierung konfliktuierender (nicht gleichzeitig verplanbarer) Unterrichte führt.

2.2 Sheet „Lös“ – Zeitraster und Lösungen (früher „Lösungen“)

Das Sheet enthält das Zeitraster (Zeilen = Wochentag/Stunde) und die vom Solver erzeugten Lösungsspalten. Die Spalte „Plan“ ist besonders: Sie spiegelt den aktuell, evtl. manuell gepflegten bzw. als „best“ markierten Plan wider, auf den die Buttons 5 bis 12 zugreifen.

2.3 Sheet „PM“ – Steuerungsparameter (früher „Parameter“)

Alle Parameter werden per Beschriftung in Spalte A gesucht (nicht per fester Zeilennummer). Spalte B enthält den Wert. Groß-/Kleinschreibung wird ignoriert. Die vollständige Parameterliste mit Wirkung steht in Kapitel 5.

2.4 Sheet „StD“ – Lehrer-Stammdaten (früher „Stammdaten“)

Optionales Sheet für individuelle Lehrer-Einstellungen. Kopfzeile mit Spaltennamen, eine Zeile pro Lehrer. Das Sheet lässt sich bequem über den Dialog „Stammdaten (StD) bearbeiten“ (Button 21) pflegen und aus Untis (GPU004) importieren.

Spalte	Format	Bedeutung
Name	Text	Lehrerkürzel, exakt wie in UV.
HohlStd. soll	Min-Max (z. B. 1-3)	Gewünschter Bereich für Hohlstunden pro Woche. Abweichungen werden bestraft. Zelle als Text formatieren!
Std./Tag	Min-Max (z. B. 2-6)	Erlaubter Bereich Unterrichtsstunden pro Tag. Tage außerhalb des Bereichs werden bestraft (PM: „Strafe Std./Tag“); mit „Std./Tag hart“ hart erzwungen. Freie Tage (0 Std) zählen nicht. Zelle als Text formatieren!
Std.Folge	Zahl (z. B. 6)	Maximale aufeinanderfolgende Unterrichtsstunden ohne Pause.
Freie Tage	Zahl (z. B. 2)	Anzahl zusätzlicher freier Tage pro Woche für diesen Lehrer. Zusammen mit „Gewicht freie Tage“ auszufüllen.
Gewicht freie Tage	-3 oder -2	-3 = hartes Constraint (die freien Tage sind zwingend), -2 = weiche Strafe (aus „Gewicht freie Tage“ in PM). Fehlt der Wert oder ist er weder -3 noch -2, wird der Eintrag ignoriert.
Freie Stunden	Text (z. B. 5-11)	Stundenband, das freigehalten werden soll, in der Form von- bis („1-1“ = nur die 1. Stunde). Zusammen mit „Tage freie Stunden“ und „Gewicht freie Stunden“ auszufüllen. Siehe Abschnitt „Zeitbandwünsche“.
Tage freie Stunden	Zahl (z. B. 2)	Anzahl der Tage pro Woche, an denen dieses Band komplett frei bleiben soll.
Gewicht freie Stunden	-3 oder -2	-3 = hartes Constraint (das Band ist zwingend), -2 = weiche Strafe. Fehlt der Wert oder ist er weder -3 noch -2, wird der Eintrag ignoriert.
Verbot Bad units	ja / 1 (leer = 0)	Verbietet späte pädagogische Einheiten („bad units“) dieses Lehrers hart – jedoch nur die vermeidbare, nicht-fixierte

Spalte	Format	Bedeutung
		Badness. Leere Zelle, 0 oder nein bedeuten kein Verbot. Siehe Abschnitt „Späte päd. Einheiten verbieten“.

Tipp: Die Zelle „HohlStd. soll“ immer als Text formatieren (Format → Zellen → Text), damit Excel den Wert „1-2“ nicht in ein Datum umwandelt.

Harte Regeln – die fünf „hart“-Spalten

Zusätzlich zu den bestrafbaren Vorgaben lassen sich fünf Regeln je Lehrer **verbindlich** machen. Ist die jeweilige Spalte gesetzt (Eintrag x, ja oder 1), wird die Regel für diesen Lehrer nicht mehr nur bestraft, sondern als hartes Constraint erzwungen. Fehlt eine Spalte im Sheet, bleibt es für alle Lehrer bei der bisherigen weichen Strafe – das Sheet muss also nicht angefasst werden.

Spalte	Wirkung, wenn gesetzt
HohlWoche hart	Der Lehrer bekommt pro Woche höchstens so viele Hohlstunden, wie in „HohlStd. soll“ als Obergrenze steht. Ohne einen Wert in „HohlStd. soll“ wird das Flag ignoriert (sonst wäre gar keine Hohlstunde erlaubt) und im Log vermerkt. Für „gar keine Hohlstunde“ 0-0 eintragen.
Folge hart	Die in „Std.Folge“ angegebene maximale Zahl aufeinanderfolgender Stunden wird verbindlich eingehalten. Ohne Wert in „Std.Folge“ wird das Flag ignoriert.
Std./Tag hart	An jedem Tag, an dem der Lehrer unterrichtet, muss die Stundenzahl im Bereich aus „Std./Tag“ (z. B. 2-6) liegen. Ohne Wert in „Std./Tag“ wird das Flag ignoriert. Freie Tage (0 Std) bleiben erlaubt; min ≥ 2 verbietet damit auch die frühere Einzelstunde.
DoppelHohl hart	Keine zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Hohlstunden (2er-Hohlblock).
DreifachHohl hart	Keine drei oder mehr aufeinanderfolgenden Hohlstunden (≥3er-Hohlblock).

i Harte Regeln können ein Modell unlösbar (infeasible) machen, wenn sie sich mit anderen Vorgaben (Zeitwünsche, freie Tage, Fachraum-Limits) nicht vereinbaren lassen. Nach dem Laden nennt die StD-Diagnose im Log für jeden Lehrer, welche harten Regeln aktiv sind und welche Flags mangels Wert ignoriert wurden. Im Zweifel zunächst nur einzelne Lehrer hart stellen.

Tipp: Die fünf „hart“-Spalten stammen nicht aus Untis und werden beim GPU004-Import (Button 21) nicht überschrieben – sie überleben also jeden Reimport der übrigen Stammdaten.

Freie Tage – die Spalten „Freie Tage“ und „Gewicht freie Tage“

Zusätzliche freie Tage werden direkt hier im Sheet StD festgelegt (die frühere separate Tabelle „FT“ entfällt). „Freie Tage“ enthält die Anzahl der pro Woche zusätzlich freizuhaltenden Tage, „Gewicht freie Tage“ steuert, wie streng das gilt: –3 macht die freien Tage zwingend (hartes Constraint), –2 verhängt nur eine Strafe, falls weniger Tage frei bleiben. Beide Spalten werden – wie alle StD-Spalten – über ihre Überschrift gefunden und dürfen an beliebiger Stelle stehen; auch die alten Namen „FT“/„FT-Gewicht“ werden noch erkannt.

i Nur wenn Anzahl (>0) und Gewichtung (–3 oder –2) beide gesetzt sind, wird der Eintrag übernommen. Unvollständige oder ungültige Einträge werden ignoriert und im Log vermerkt. Wie die „hart“-Spalten stammen auch diese beiden nicht aus Untis und bleiben bei einem GPU004-Import (Button 21) erhalten; fehlen sie im Sheet, legt der Import sie automatisch an.

Zeitbandwünsche – die Spalten „Freie Stunden“, „Tage freie Stunden“ und „Gewicht freie Stunden“

Ergänzend zu ganzen freien Tagen lässt sich auch ein einzelnes Stundenband für einen Lehrer an mehreren Tagen freihalten – etwa ein freier Nachmittag oder Vormittag. „Freie Stunden“ enthält den Stundenbereich in der Form von-bis, z. B. 5-11 (5. bis 11. Stunde) oder 1-1 (nur die 1. Stunde). „Tage freie Stunden“ gibt an, an wie vielen Tagen pro Woche dieses Band komplett frei bleiben soll. „Gewicht freie Stunden“ steuert – wie bei den freien Tagen – die Strenge: –3 macht das Band zwingend (hartes Constraint), –2 verhängt nur eine Strafe, falls weniger solche Tage frei bleiben.

Ein Tag zählt als „freies Band“, wenn der Lehrer an diesem Tag in keiner Stunde des Bandes Unterricht hat; ein per ZWL (–3) vollständig gesperrtes Band an einem Tag zählt dabei nicht als frei gewählt. Wie alle StD-Spalten werden die drei über ihre Überschrift gefunden und dürfen an beliebiger Stelle stehen. Das Kriterium wird analog zu den freien Tagen behandelt – auch im Plan-Editor (Tausch-Hinweise, Kosten/Nutzen-Diagnose, Diagnosetabellen) und im Sheet Diag.

i Nur wenn Bereich (z. B. 5-11), Anzahl Tage (>0) und Gewichtung (–3 oder –2) alle drei gültig sind, wird der Eintrag übernommen; unvollständige oder ungültige Einträge werden ignoriert und im Log vermerkt. Wie die „hart“-Spalten und die freien Tage stammen auch diese Spalten nicht aus Untis und bleiben bei einem GPU004-Import (Button 21) erhalten; fehlen sie, legt der Import sie automatisch an. Ein zwingendes (–3-)Band kann ein Modell unlösbar machen; die Infeasibility-Diagnose weist das ggf. lehrerspezifisch als Ursache aus.

Späte päd. Einheiten verbieten – die Spalte „Verbot Bad units“

Späte pädagogische Einheiten („bad units“) werden normalerweise nur bestraft (Gewicht späte päd. Einheiten im Sheet PM). Mit der Spalte „Verbot Bad units“ lässt sich das für einen Lehrer verbindlich machen: Ein Eintrag ja, x oder 1 verbietet späte päd. Einheiten dieses Lehrers hart; eine leere Zelle, 0 oder nein bedeuten kein Verbot.

Verboten wird dabei nur die vermeidbare, also nicht-fixierte Badness: Späte Slots, die über das Sheet Fix UNrn fest vorgegeben sind, gelten als unvermeidbar und lösen kein Verbot aus. Eine Einheit, deren späte Lage allein aus fixierten Slots entsteht, bleibt also zulässig – verboten wird nur, dass die Einheit über frei platzierbare Stunden „bad“ wird.

i „Verbot Bad units“ ist eine harte Sperre und kann ein Modell unlösbar machen, wenn ein Lehrer durch andere Vorgaben zwangsläufig spät liegt. Die stufenweise Infeasibility-Diagnose prüft das Verbot als eigene Stufe und nennt – wie bei den freien Tagen und Bändern – die verursachenden Lehrer namentlich. Die Spalte stammt nicht aus Untis und überlebt den GPU004-Import (Button 21).

Später Tag → späterer Beginn am Folgetag – die Spalte „Gewicht Spät-Früh“

Diese Regel sorgt dafür, dass ein Lehrer, der an einem Tag sehr spät unterrichtet, am nächsten Morgen nicht zu früh anfangen muss. Sie wird pro Lehrer über die Spalte „Gewicht Spät-Früh“ im Sheet StD aktiviert: -3 = hartes Constraint (zwingend), -2 = weiche Strafe (Gewicht aus PM). Fehlt der Wert oder ist er weder -3 noch -2, gilt die Regel für diesen Lehrer nicht.

Wann ein Tag als „spät“ und ein Beginn als „zu früh“ gilt, wird global im Sheet PM festgelegt: „Spätgrenze Vortag“ (ab welcher Stunde der Vortag – der Tag mit den späten Stunden – als spät zählt) und „Frühgrenze Folgetag“ (bis zu welcher Stunde ein Beginn am Folgetag als zu früh gilt). Zusätzlich greift die Regel nur, wenn der Lehrer am Vortag mehr Stunden hat als „Schwelle Std./Tag Vortag“ (0 = kein Gating). Das Strafgewicht der -2-Verstöße steht in „Strafe Spät-Früh Folgetag“.

Betrachtet werden nur unmittelbar aufeinanderfolgende Wochentage (kein Übergang über das Wochenende). Fixierte Stunden zählen mit: Entsteht die verbotene Kombination aus später Vortag-Stunde und frühem Folgetag-Beginn allein aus fixierten Slots, kann ein -3-Lehrer das Modell unlösbar (infeasible) machen.

Die stufenweise Infeasibility-Diagnose prüft die harte Regel als eigene Stufe und nennt die verursachenden Lehrer namentlich. Verstöße erscheinen außerdem in „Plan prüfen“ (Sheet Verletzungen, Kategorie „Spät-Früh“), in der Diag-Tabelle (Spalte „Spät-Früh“ je Lösung) und beim Ziehen im Plan-Editor als Warnung an den betroffenen späten Vortag- und frühen Folgetag-Stunden. Die Spalte stammt nicht aus Untis und überlebt den GPU004-Import (Button 21).

2.5 Sheet „Farben“ – Farbcode für den Plan-Editor

Optionales Sheet, das der Farbcode-Dialog im Plan-Editor selbst anlegt und pflegt (siehe Kapitel 4b, Abschnitt „Farbcode“). Es hinterlegt je Klasse bzw. je Fach eine Hintergrundfarbe, mit der die Kästchen im Plan-Editor eingefärbt werden können. Die Farben sind rein optisch: Sie berühren weder den Solver noch die Exporte.

Spalte A	Spalte B	Spalte C
Typ	Name	Farbe (Hex)
Klasse oder Fach	Klassen- bzw. Fachname (z. B. 5a oder BI)	Hexwert, z. B. #FFD966

i Das Sheet wird beim Speichern komplett neu geschrieben. Einträge, denen im Dialog keine Farbe zugewiesen ist, verschwinden dabei automatisch aus der Datei. Fehlt das Sheet, bleibt der Farbcode im Plan-Editor einfach leer.

2.6 Sheets „ZWL“ und „ZWK“ – Zeitwünsche (früher „ZeitWL“/„ZeitWK“)

Diese Sheets werden vom Programm (Button 2) automatisch aus einer Textdatei erstellt. Sie speichern Wunsch- und Sperrzeiten für Lehrer (ZWL) und Klassen (ZWK). Jede Person erhält einen Block von 11 Zeilen (Stunden) × 5 Spalten (Mo–Fr). Wertebereich: –3 bis +3.

Wert	Farbe	Bedeutung
–3	Dunkelrot	Absolute Sperre – dieser Slot wird nie belegt (hartes Constraint).
–2	Rot	Starke Ablehnung. Mit „Verbot -2 = ja“ hartes Constraint, mit „Strafe -2“ weiche Strafe.
–1	Hellrot	Leichte Ablehnung. Noch nicht implementiert.
0	Weiß	Neutral.
+1 / +2 / +3	Grüntöne	Wünsche unterschiedlicher Stärke. Noch nicht implementiert.

i Werte –1, +1, +2 und +3 sind in der aktuellen Version noch nicht implementiert und werden ignoriert. –2 kann wahlweise als hartes Verbot (Verbot -2 = ja) oder als weiche Strafe (Strafe -2) konfiguriert werden.

2.6a Sheet „Ausnahmen ZWK“ – Zeitwünsche je Klasse deaktivieren

Optionales Sheet, mit dem sich die harte Klassen-Zeitwunschsperre (–3 aus ZWK) für einzelne Fächer gezielt abschalten lässt. Spalte A enthält das Fach, Spalte B die zugehörigen Klassen (mehrere kommasetrennt); mehrere Fächer werden in mehreren Zeilen genannt. Für die Unterrichte des gelisteten Fachs wird die –3-Sperre der dort genannten Klassen nicht mehr als Sperre gewertet – der Unterricht darf also auch in einem sonst für die Klasse gesperrten Slot liegen. Fehlt das Sheet, gilt unverändert das bisherige Verhalten (keine Lockerung).

Block-weite Wirkung: Die Ausnahme gilt für die gesamte UNr. Trägt irgendein Teilunterricht eines Blocks ein hier gelistetes Fach, ist die –3-Sperre der genannten Klassen für den ganzen Block abgeschaltet – auch für weitere Teilunterrichte derselben UNr mit anderem Fach. Fachnamen werden ohne Beachtung der Groß-/Kleinschreibung erkannt; Klassennamen müssen exakt wie in UV und ZWK übereinstimmen.

i Es wird ausschließlich die harte –3-Sperre gelockert. Alle übrigen Regeln (Klassenkollision, Fachräume, Doppelstunden, Lehrer-Zeitwünsche, Bewertung) bleiben unverändert. Für Klassen existiert ohnehin nur der Wert –3 (harte Sperre); weiche –2-Klassenwünsche gibt es nicht. Nach dem Einlesen vermerkt das Log, für wie viele Fächer Ausnahmen erkannt wurden.

2.7 Sheet „Fix UNrn“ – Fixierte UNrn

Dieses Sheet enthält Zeitslots, die für bestimmte UNrn als fest vorgegeben sind. Der Solver verändert diese Belegungen nicht. Spalte A: Wochentag, Spalte B: Stundenummer, ab Spalte C: die fixierten UNrn als Zahlen.

Einträge werden über „Gezielt fixieren“ (Button 8) oder per Rechtsklick auf eine belegte Zelle im Plan-Editor erzeugt und können auch manuell gepflegt werden. Einzelne Fixierungen entfernt man ebenfalls per Rechtsklick im Plan-Editor.

■ Der Rechtsklick im Plan-Editor pflegt seit dieser Version parallel auch die UV-Spalte „Fix (X)“: Beim Fixieren wird „X“ in alle UV-Zeilen der betroffenen UNr gesetzt; beim Entfixieren wird das „X“ nur dann entfernt, wenn die UNr danach in „Fix UNrn“ nirgends mehr steht. So bleibt eine noch teilweise fixierte UNr in der UV sichtbar.

Tipp: Die erste Zeile (Spaltenüberschriften) wird nicht ausgewertet. UNr-Duplikate innerhalb derselben Zeile werden beim Einlesen automatisch ignoriert.

2.8 Sheet „Plan“ – Manueller Ausgangsplan (früher „Unr-Plan“)

Optionales Sheet für einen manuell erstellten oder von extern importierten Plan. Spalte A: Wochentag, Spalte B: Stundenummer, ab Spalte C: die UNrn dieses Slots. Füllbar manuell, per Button 3 („Plan importieren“, aus einer GPU001.TXT) oder aus dem Plan-Editor. Button 4 („Plan bewerten“) bewertet diesen Plan und trägt ihn als „Plan“-Spalte in die Lösungstabelle ein – nach einem Import über Button 3 geschieht das automatisch.

2.9 Sheet „FGR“ – Fachgruppenräume (früher „Fachgruppenräume“)

Optionales Sheet zur Begrenzung der gleichzeitig genutzten Fachräume. Spalte A: Fachgruppenname (z. B. Sport, Bio, Chemie), Spalte B: maximale Anzahl parallel nutzbarer Räume. Dieselbe Fachgruppen-Zuordnung ist Grundlage des Fachgruppenplans im Plan-Editor (Kapitel 4b).

2.10 Prüf- und Diagnose-Blätter: ChkFix, Dstd-F, TR-F und FPK-F

Diese vier Blätter sind reine Ausgabe-/Prüfblätter; sie werden vom Programm automatisch geschrieben und sollten nicht von Hand gepflegt werden. Sie zeigen stets den Stand des zuletzt erzeugten bzw. bewerteten Plans.

WANN werden diese Blätter erzeugt? Das ist entscheidend für ihre Aussagekraft:

- **ChkFix** wird bei jedem Solverlauf geschrieben – also bei Button 10 „Stundenplanerstellung“ und Button 15 „Minimale Änderungen“ –, und zwar noch VOR dem Rechnen.
- **Dstd-F, TR-F und FPK-F** werden bei jedem Erzeugen ODER Bewerten eines echten Plans neu geschrieben: Button 10 (Stundenplanerstellung), Button 4 (Plan bewerten), Button 12 (Lösung sichern), Button 14 (Lösung verbessern), Button 15 (Minimale Änderungen) sowie beim Übernehmen einer Lösung im Plan-Editor.

ACHTUNG: Bei einem UNLÖSBAREN Solverlauf werden Dstd-F, TR-F und FPK-F NICHT neu geschrieben – dann bleibt der alte Inhalt eines früheren Laufs stehen. Nach „unlösbar“ zeigen leere Blätter also nicht, dass alles in Ordnung ist. Wer sicher den aktuellen Plan prüfen will, drückt „Plan bewerten“ (Button 4).

ChkFix – Prüfung der fixierten UNrn (vor dem Solverlauf)

Prüft ausschließlich die in „Fix UNrn“ festgelegten Slots gegen alle Regeln – also nur den fixierten Teil, nicht den ganzen Plan.

Plakativ: Ein leeres ChkFix bedeutet NICHT, dass der Plan fehlerfrei ist. Zwei Meldungen werden bewusst unterdrückt: Wochenstunden nur bei „zu vielen“ Fixierungen (Ist > Soll), Doppelstunden-Verletzungen nur, wenn der Block VOLLSTÄNDIG fixiert ist. Ist eine UNr nur teilweise fixiert, bleiben ihre Meldungen aus – der Solver muss die restlichen Stunden dann frei platzieren, und genau dort kann Unlösbarkeit entstehen, ohne dass ChkFix etwas anzeigt.

Dstd-F – Doppelstunden-Vorgaben (Min/Max)

Listet je Lösung und je Lehrer alle UNrn, deren tatsächliche Doppelstundenzahl außerhalb der „Dopp.Std.“-Vorgabe (min-max) liegt, mit Richtung „zu wenig“ bzw. „zu viele“. Grundlage ist der ECHTE Plan der jeweiligen Lösung, nicht nur die Fixierungen.

TR-F – Tagesregel

Aufbau wie Dstd-F, aber für die Tagesregel: zu viele Stunden desselben Unterrichts an einem Tag bzw. zwei getrennte Einzelstunden statt einer echten Doppelstunde. Je Lösung und Lehrer eine Zeile.

FPK-F – Fach pro Klasse und Tag (echte Solver-Regel)

Zeigt (Klasse, Fach, Tag)-Kollisionen nach der HARTEN Regel des Solvers: pro Klasse und Tag ist höchstens 1 Stunde eines Fachs erlaubt; 2 nur, wenn sie eine echte, zusammenhängende Doppelstunde ggf. auch unter Beteiligung verschiedener UNrn. bilden.

Plakativ: Diese Regel ist strenger als die lockere Anzeige „Fach pro Klasse pro Tag (max 2)“. FPK-F meldet daher auch Fälle, die „Plan bewerten“ sonst durchwinkt – etwa zwei Einzelstunden desselben Fachs in einer Klasse am selben Tag, insbesondere wenn sie aus zwei verschiedenen UNrn bzw. Kopplungen stammen. Wer wissen will, warum ein scheinbar fehlerfreier Plan als „unlösbar“ gilt, findet hier oft die Ursache.

i Ausnahme: Fächer, die im PM-Parameter „Fächer beliebig oft am Tag“ (Kapitel 5.2) gelistet sind, sind von dieser harten Regel ausgenommen und erscheinen hier nicht als Verstoß – sie dürfen pro Klasse mehrfach am selben Tag liegen.

Hinweis: Sind Dstd-F, TR-F und FPK-F leer, während der Solver „unlösbar“ meldet, liegt die Ursache an einer harten Regel, die diese Blätter nicht abdecken (z. B. Fachraum-Limits, Zeitwunsch-Sperren, freie Tage/Stunden) – siehe Kapitel 7.

2.11 Sheet „Klassengruppen“ – Klassengruppen, Differenzierungskurse und Teilgruppen (neu in V13)

Dieses optionale Blatt bildet Klassen ab, die in Gruppen aufgeteilt sind – auch teilweise überlappende oder klassenübergreifende Gruppen wie Differenzierungskurse. Der Kerngedanke: Jeder Eintrag in der UV-Spalte „**Klasse(n)**“ – im Folgenden **Token** genannt – steht für eine Schülermenge. Intern wird jeder Token auf eine Menge atomarer **Bausteine** abgebildet (kleinste, nicht weiter teilbare Schülersegmente). Zwei Unterrichte kollidieren genau dann, wenn ihre Bausteinmengen sich schneiden, also gemeinsame Schüler haben.

Ein Token, der nicht in diesem Blatt vorkommt, ist automatisch sein eigener, einziger Baustein. Fehlt das Blatt ganz oder ist es leer, verhalten sich Solver, Prüfung und Plan-Editor deshalb exakt wie zuvor – das Feature ist rein additiv.

Aufbau (Zeile 1 = Überschrift, wird übersprungen): Spalte A „Gruppe“ = der Token wie in der UV; **Spalte B „Klasse“** = die übergeordnete Klasse(n), mehrere kommasetrennt; **ab Spalte C „Bausteine“** = die atomaren Segmente (optional).

Es gibt zwei Wege, einer Gruppe ihre Bausteine zu geben. **Automatisch:** Spalte C leer lassen und in Spalte B die Elternklasse nennen – das Programm erzeugt dann selbst einen Baustein und lässt die Elternklasse ihn erben (genügt für saubere Splits innerhalb einer Klasse).

Explizit: die Schnittmengen selbst benennen (nötig für überlappende oder klassenübergreifende Gruppen). Hat eine Gruppe eigene Bausteine, dient Spalte B nur der Anzeige und vererbt nichts – so bleibt die Kollisionsrechnung korrekt.

! Der KKK-Mechanismus bleibt unverändert. Sollen zwei Unterrichte trotz gemeinsamer Schüler koexistieren (z. B. Religion/Ethik), setzt man weiterhin ein gemeinsames KKK. Klassengruppen und KKK wirken unabhängig nebeneinander.

Im Plan-Editor wirkt sich das Blatt zusätzlich auf die Anzeige aus: Im Klassen-Dropdown erscheinen Untergruppen eingerückt unter jeder ihrer Elternklassen. Wählt man eine Elternklasse, sieht man ihren eigenen Unterricht und den ihrer Untergruppen; wählt man eine Untergruppe (etwa einen Diff-Kurs), sieht man nur deren eigene Stunden, nicht den Unterricht der Mutterklasse.

Die folgenden drei Beispiele stammen aus der mitgelieferten Datei *Klassengruppen_Beispiele.xlsx* und zeigen jeweils das UV-Blatt und das zugehörige Klassengruppen-Blatt.

Beispiel 1 – Einfacher Split (Sport getrennt nach m/w)

Klasse 10a hat normalen Unterricht als **10a**, Sport aber getrennt als **10a_m** und **10a_w**. In der UV tragen beide Sport-Zeilen dieselbe U-Nr (103) und sind damit gekoppelt – Jungen- und Mädchensport liegen zwingend im selben Slot.

Beispiel 1 - UV (Sport getrennt m/w in 10a)

U-Nr	Wst	Lehrer	Fach	Klasse(n)	Dopp.Std.	KKK
101	4	MÜL	D	10a		
102	4	SCM	M	10a		
103	2	MÜL	SpJ	10a_m		
103	2	KLN	SpM	10a_w		

Im Klassengruppen-Blatt genügen Spalte A und B; die Bausteine entstehen automatisch, und die ganze Klasse 10a erbt beide über Spalte B. Die Zeile für „10a“ selbst muss man nicht eintragen.

Beispiel 1 - Klassengruppen

Gruppe	Klasse	Baustein 1	Baustein 2
10a_m	10a		
10a_w	10a		

Ergebnis: 10a_m und 10a_w teilen keinen Baustein und dürfen parallel liegen. Beide kollidieren aber mit dem Klassenunterricht (D, M), weil 10a die Bausteine der Gruppen erbt – kein Kind hat gleichzeitig Sport und Deutsch.

Beispiel 2 – Überlappende, klassenübergreifende Kurse (Sprachkurse)

In 10a und 10b wählt jeder Schüler entweder Französisch oder Latein. Der Kurs **Frz10** zieht Schüler aus beiden Klassen, ebenso **Lat10**. Beide bilden über die gemeinsame U-Nr (203) ein festes Kursband.

Beispiel 2 - UV (Sprachkurse über 10a und 10b)

U-Nr	Wst	Lehrer	Fach	Klasse(n)	Dopp.Std.	KKK
201	4	ABC	D	10a		
202	4	DEF	D	10b		
203	3	GHI	F	Frz10		
203	3	JKL	L	Lat10		

Hier reicht die Automatik nicht, weil ein Kurs nur einen Teil jeder Klasse umfasst. Man benennt die Schnittmengen selbst: **10aF** = die Französisch-Wähler aus 10a usw. Bei Frz10/Lat10 nennt Spalte B die Elternklassen „10a, 10b“ – das dient nur der Anzeige (eigene Bausteine ⇒ keine Vererbung).

Beispiel 2 - Klassengruppen

Gruppe	Klasse	Baustein 1	Baustein 2
Frz10	10a, 10b	10aF	10bF
Lat10	10a, 10b	10aL	10bL
10a		10aF	10aL
10b		10bF	10bL

Ergebnis: Frz10 und Lat10 teilen keinen Baustein → parallel erlaubt. Frz10 teilt 10aF mit 10a und 10bF mit 10b → das Band kann nie über eine 10a- oder 10b-Stunde geschoben werden. 10a und 10b bleiben untereinander disjunkt. Im Editor erscheinen Frz10 und Lat10 unter beiden Klassen 10a und 10b.

Beispiel 3 – Differenzierungsband mit Fächerkombinationen (L+Ge / IF+Ph)

Das ist der eigentliche Anwendungsfall für Differenzierungsbänder. In der Jahrgangsstufe (Klassen 9a, 9b, 9c) wählt jeder Schüler eine **Fächerkombination**: entweder Latein (3 Wst) + Geschichte (1 Wst) oder Informatik (3 Wst) + Physik (1 Wst). Gewünscht ist, dass die 1 Wst Geschichte gleichzeitig zu einer Wst Informatik liegen darf.

Der Trick: Eine Fächerkombination ist nichts anderes als eine Schülergruppe. Beide Fächer einer Kombination tragen einfach denselben Token – **Diff_LGe** für Latein+Geschichte, **Diff_IFPh** für Informatik+Physik. Weil ein Kind nur eine Kombination wählt, sind die beiden Gruppen disjunkt.

Beispiel 3 - UV (Differenzierungsband: L+Ge / IF+Ph)

U-Nr	Wst	Lehrer	Fach	Klasse(n)	Dopp.Std.	KKK
301	3	LAT	L	Diff_LGe		
302	1	GES	Ge	Diff_LGe		
303	3	INF	IF	Diff_IFPh		
304	1	PHY	Ph	Diff_IFPh		
305	4	AAA	D	9a		
306	4	BBB	D	9b		
307	4	CCC	D	9c		

Schon diese vier Zeilen (301–304) funktionieren ohne jeden Sheet-Eintrag: L (301) und Ge (302) teilen den Token Diff_LGe → sie kollidieren, die 3+1 Stunden belegen also vier verschiedene Slots. IF (303) und Ph (304) ebenso über Diff_IFPh. Ge (302) und IF (303) tragen verschiedene Token → sie dürfen parallel liegen. Genau der gewünschte Fall.

Das Klassengruppen-Blatt ist hier optional und nur dann nötig, wenn das Band zusätzlich mit dem regulären Unterricht der Klassen 9a/9b/9c kollidieren soll (Zeilen 305–307), weil dieselben Kinder betroffen sind. Dazu zerlegt man jede Klasse in ihre Wähler und lässt die Diff-Gruppen die jeweiligen Wähler aller drei Klassen sammeln:

Beispiel 3 - Klassengruppen (optional - Verknüpfung an 9a/9b/9c)

Gruppe	Klasse	Baustein 1	Baustein 2	Baustein 3
Diff_LGe	9a, 9b, 9c	9a_LGe	9b_LGe	9c_LGe
Diff_IFPh	9a, 9b, 9c	9a_IFPh	9b_IFPh	9c_IFPh
9a		9a_LGe	9a_IFPh	
9b		9b_LGe	9b_IFPh	
9c		9c_LGe	9c_IFPh	

Jede Klasse 9x zerfällt in 9x_LGe (Latein+Geschichte) und 9x_IFPh (Informatik+Physik). Diff_LGe sammelt die LGe-Wähler aller drei Klassen, Diff_IFPh die IFPh-Wähler. Damit gilt: Diff_LGe und Diff_IFPh teilen keinen Baustein → parallel erlaubt; Diff_LGe teilt 9a_LGe mit 9a → die LGe-Kinder aus 9a können nicht gleichzeitig regulären 9a-Unterricht haben (analog 9b/9c). Die Angabe „9a, 9b, 9c“ in Spalte B dient nur der Anzeige, sodass die Diff-Kurse im Editor unter jeder der drei Klassen erscheinen.

! Diese Kollisionslogik sorgt nur dafür, dass Fächer parallel liegen dürfen; sie erzwingt kein kompaktes Band. Soll das Band als Ganzes zusammenliegen (alle Kombinationen in denselben Bandstunden), koppelt man die Kurse über eine gemeinsame U-Nr oder fixiert die Bandslots über das Blatt „Fix UNrn“.

3. Zeitwunsch-Textdatei

Die Zeitwünsche können manuell eingegeben oder aus einer einfachen Textdatei (.txt) eingelesen werden, wie sie Untis beim Export erzeugt. Jede Zeile beschreibt einen einzelnen Wunsch im CSV-Format (Semikolon als Trennzeichen):

Typ;Name;Tag;Stunde;Wert

Beispiele:

- L;WIN;3;1;-3 (Lehrer WIN: Mittwoch 1. Stunde gesperrt)
- L;MUS;1;5;2 (Lehrer MUS: Montag 5. Stunde stark gewünscht)
- K;5a;5;7;-2 (Klasse 5a: Freitag 7. Stunde stark unerwünscht)

Felder:

- Typ: L = Lehrer, K = Klasse
- Name: Kürzel exakt wie in der UV

- Tag: 1 = Montag ... 5 = Freitag
- Stunde: 1 bis 11
- Wert: -3 bis +3 (-3 = absolute Sperre, +3 = starker Wunsch)

Tipp: Zeilen mit falschen Werten (z. B. Tag > 5, Wert > 3) werden stillschweigend ignoriert.

Tipp: Zusätzliche freie Tage müssen manuell im Sheet StD (Spalten „Freie Tage“ und „Gewicht freie Tage“) eingetragen werden – sie können nicht über die Textdatei importiert werden.

4. Programmbedienung – Schritt für Schritt

Das Hauptfenster zeigt 21 Schaltflächen in der empfohlenen Reihenfolge. Darunter befinden sich ein Protokoll-Fenster (Log) sowie eine Statuszeile.

i Gegenüber älteren Versionen wurden die Schaltflächen neu geordnet, umbenannt und teilweise zusammengelegt (Button 8) sowie um den Import-Button (Button 3) und die Stammdaten-Verwaltung (Button 21) ergänzt. Ignorieren und Fixieren erfolgen über „Gezielt fixieren und ignorieren“ (Button 8) bzw. per Rechtsklick im Plan-Editor.

Button 1 – Excel-Datei einlesen

Öffnet einen Dateidialog und liest die gesamte .xlsx-Datei ein (alle Sheets: UV, Lös, PM, StD, FGR, Farben, Fix UNrn ...). Nach jedem Schreibvorgang des Programms werden die Daten automatisch neu eingelesen, damit der Speicherstand nie von der Datei abweicht.

Button 2 – Zeitwünsche einlesen/exportieren

Liest Zeitwünsche aus einer Textdatei (Kapitel 3) und erzeugt daraus die Sheets ZWL und ZWK; exportiert Zeitwünsche wahlweise auch wieder als Datei (GPU016).

Button 3 – Plan importieren

Importiert einen fertigen Stundenplan aus einer Untis-GPU001-Datei in das Sheet „Plan“ (Sheet wird zuvor geleert) und bewertet ihn anschließend automatisch, sodass er als Spalte „Plan“ im Sheet „Lös“ erscheint.

Button 4 – Plan bewerten

Bewertet den im Sheet „Plan“ stehenden Ausgangsplan und trägt ihn als „Plan“-Spalte in die Lösungen-Tabelle ein. Aktualisiert dabei auch die Diagnose-Sheets.

Button 5 – Plan prüfen (Verletzungen)

Prüft den aktuellen Plan gegen alle Constraints und schreibt einen farbcodierten Verletzungs-Report in das Sheet „Verl“. Neben Konflikten, Wochenstunden und

Doppelstunden-Regeln listet der Report auch die pro-Lehrer-Vorgaben aus StD: Std./Tag, HohlWoche, Std.Folge sowie Doppel-/Dreifach-Hohlstunden. Harte Vorgaben erscheinen als Verletzung, nur bestrafte als „Hinweis (weich)“.

Button 6 – UV als GPU importieren

Liest eine Untis-GPU002-Datei ein und überträgt die Unterrichtsverteilung in das Sheet „UV“. Nützlich, um in Untis vorgenommene Änderungen zurückzuholen. Vor dem Schreiben wird gefragt, ob die bestehende UV überschrieben oder die Zeilen angehängt werden.

Zeichensatz: Anschließend lässt sich der Zeichensatz der Quelldatei wählen — „Automatisch erkennen“ (Standard; erkennt UTF-8 mit/ohne BOM bzw. ANSI/Windows-1252 selbst), „UTF-8“ oder „ANSI (Windows-1252)“. Die automatische Erkennung ist im Normalfall die beste Wahl; das Erzwingen hilft nur bei ungewöhnlich kodierten Dateien.
Achtung! Das Programm erwartet Semikolons als Trennzeichen.

Button 7 – Der Stundenplantransfer in die Untisdatei mittels UV-Export

Exportiert die Unterrichtsverteilung als GPU002-Datei für den Reimport nach Untis. Vor dem Speichern öffnet sich ein Auswahldialog, in dem sich der Umfang des Exports, der Zeichensatz und der ZZ-Lehrer-Trick festlegen lassen.

Unterrichte auswählen: Der Dialog ist wie „Gezielt fixieren und ignorieren“ (Button 8) aufgebaut: Über die Filterlisten für Klassen, Lehrer, Fächer und ZeilenText-2 (Mehrfachauswahl, ODER-Verknüpfung) werden passende U-Nrn vorausgewählt; zusätzlich lässt sich die U-Nr-Liste direkt bearbeiten („Aus Filter übernehmen“, „Alle“, „Keine“). Exportiert werden dann nur die gewählten Unterrichte. Bleiben Filter und U-Nr-Liste leer, werden alle Unterrichte exportiert.
Zeichensatz: wählbar zwischen „UTF-8 (ohne BOM)“ (Standard), „UTF-8 (mit BOM)“ und „ANSI (Windows-1252)“. Die begleitende ZZ-Zeitwunschdatei wird im selben Zeichensatz geschrieben.

Stundenplan export nach Untis = Stundenplanimport in die Untisdatei hinein

Der ZZ-Lehrer-Trick:

Optional fügt der Export pro gewählter U-Nr einen Dummy-Lehrer „ZZ“ hinzu und erzeugt zusätzlich eine Zeitwunsch-Datei (GPU016_ZZ.TXT), die diesen Dummy-Lehrer überall außer am tatsächlichen Slot (aus einer im Dialog gewählten Lösung) mit –3 sperrt. Damit verplant der Untis-Optimierer die Unterrichte automatisch an die vorgesehene Stelle, ohne manuelles Ziehen. Der Trick wirkt nur auf die ausgewählten U-Nrn.

i Beim aktiven ZZ-Trick fragt der Export zusätzlich nach dem Umfang: vollständiger UV-Export der gewählten Unterrichte inkl. ZZ-Zeilen oder nur die ZZ-Lehrer-Zeilen (kleine Datei, Regelfall, da die UV meist schon aus Untis stammt). Beide erzeugten Dateien (GPU002

und GPU016_ZZ) zusammen in Untis importieren.

Zur Sicherheit gegen UV-Beschädigung in der Untisdatei:

Zunächst in Untis ein Backup der gültigen UV als GPU-Datei erstellen, dann ZZ-Lehrer importieren und Stundenverplanen, dann Backup-Datei reimportieren. Anschließend die ZZ-Lehrer aus den Stammdaten löschen.

Zum Schluss die Backup-Exportdatei der UV reimportieren

Vorsicht Untis Bug! Beim manuellen Löschen der ZZ-Lehrer gehen in der UV die Räume verloren. Deshalb besser mit Backupdatei die alten Daten exakt wiederherstellen

Folgendes Verfahren hat sich bewährt:

Sicherungskopie der aktuellen Untis-Datei erstellen!

- 1.) In der Untisdatei die korrekte UV als GPU-Datei exportieren
- 2.) Im Stundenplanprogramm Exportfunktion „UV als GPU exportieren“ anklicken
- 3.) Als ZZ-Quelle GPU002-Datei anklicken und die unter Punkt 1 exportierte GPU-Datei auswählen und öffnen, dann auf „weiter“
- 4.) Unter selbst gewähltem Namen neue GPU speichern. (Diese enthält die ZZ-Lehrer)
- 5.) In der Untisdatei diese GPU-Datei aus Punkt 4 importieren sowie die automatisch miterzeugte GPU016 für die ZZ-Lehrer
6. Die _ZZ.gpu über den Menüpunkt „Zeitwünsche der Elemente“ importieren.
Anschließend Schnelloptimierer kurz laufen lassen. Die allermeisten Unterrichte sind dann an ihrem Platz.
7. ZZ-Lehrer aus den Stammdaten mit Markieren und löschen inkl. ihrer Unterrichte
8. Die unter 1 erzeugte UV-Datei reimportieren. Das ist wichtig, da das Löschen der ZZ-Lehrer aus den Stammdaten gelegentlich zu Fehlern bei den nichtgelöschten Unterrichten führt.

Button 8 – Gezielt fixieren und ignorieren

Fasst das frühere „Gezielt fixieren“ und „Gezielt ignorieren“ zusammen: setzt/entfernt Einträge im Sheet „Fix UNrn“ und das Ignore-Kennzeichen in der UV. Die noch älteren Buttons „Klasse fixieren“ und „Fix UNrn löschen“ entfallen.

Button 9 – PM-Parameter bearbeiten

Öffnet einen Dialog zum Bearbeiten der Solver-Parameter im Sheet „PM“ (siehe Kapitel 5). Änderungen werden sofort in die Datei geschrieben und neu eingelesen.

Button 10 – Stundenplanerstellung

Startet den Solver. Zeitlimit und Lösungsanzahl (mit/ohne Tausch) stehen im Sheet „PM“. Während des Laufs zeigt ein Statusfenster den Fortschritt; Zwischenstände lassen sich parallel betrachten (Kapitel 4c). Vor dem Lauf prüft das Programm die fixierten UNrn und schreibt das Ergebnis in das Sheet „ChkFix“.

Hinweis zur Lösungsanzahl: Die im Sheet „PM“ eingestellte Lösungsanzahl ist ein Zielwert, keine Garantie. Für jede weitere Lösung verlangt der Solver eine gleich gute (optimale) Belegung, die sich zugleich um mindestens „MindestAbstandLösungenBloেকে“ Blöcke von der vorherigen unterscheidet. Gibt es zu einem eindeutigen Optimum keine solche echte Alternative – oder kann der Folgelauf das innerhalb des Zeitlimits nicht nachweisen –, liefert der Lauf entsprechend weniger (unter Umständen nur eine) Lösung. Das ist normal und hängt vom jeweiligen Datensatz ab. Mehr Vielfalt erreicht man, indem man „MindestAbstandLösungenBloেকে“ im PM kleiner setzt (z. B. 2) und/oder das Zeitlimit erhöht.

i Meldet der Solver Infeasibility, fragt das Programm zunächst nach, ob nach der Ursache gesucht werden soll („Unlösbar – Ursache suchen?“). Achtung! Das Fenster ist erst nach schließen des Abbruchfensters sichtbar. Bei „Ja“ testet es anschließend automatisch stufenweise durch (Basis → Räume → Fach/Klasse/Tag → Doppelstunden/Pausen → Freie Tage) und nennt im Log meist die schuldige Stufe; bei „Nein“ wird der Lauf sofort beendet. Diese Suche kann je nach Modellgröße einige Zeit dauern. Beachten Sie, dass auch harte Regeln im Sheet StD (Kapitel 2.4) eine Ursache sein können.

Button 10a – Schneller Solver (optional)

Im Kopfbereich des Hauptfensters befinden sich die Option „Schneller Solver“ und daneben die Schaltfläche „Optionen...“. Ist die Option gesetzt, verwendet die Stundenplanerstellung (Button 10) einen beschleunigten Solver; ist sie nicht gesetzt, läuft wie bisher der Standard-Solver. Der gewählte Modus samt Parametern wird zu Beginn jedes Laufs im Meldefenster protokolliert.

Hintergrund: Ein Optimierungslauf verbringt die meiste Zeit nicht damit, eine gute Lösung zu finden, sondern damit zu beweisen, dass es keine bessere gibt. Der schnelle Solver verkürzt genau diesen Beweis und schneidet die schlechtesten Bereiche früh weg. Er beruht auf vier Stellhebeln, die über „Optionen...“ eingestellt werden.

Gap Bestlösung (%): Der Solver bricht die Suche ab, sobald die Lösung nachweislich innerhalb dieses Abstands zum Optimum liegt. 0 bedeutet „bis zum beweisbaren Optimum“ (wie der Standard-Solver). Ein größerer Wert ist schneller, kann die Qualität aber etwas verschlechtern.

Gap Folgelösungen (%): Dieselbe Schranke, aber für die weiteren (diversen) Lösungen. Diese müssen nicht optimal sein, daher darf der Wert hier großzügiger sein.

Greedy-Hint: Setzt beim ersten Plan eine einfache, kollisionsfreie Startbelegung als unverbindlichen Hinweis, damit der Solver „warm“ startet. Kann nicht schaden und sollte aktiv bleiben.

Harte Kappungen: Für die teuersten Straf-Terme lässt sich eine harte Obergrenze für die Gesamtzahl im Plan setzen: Hohlstunden, Doppel-Hohlstunden, Dreifach-Hohlstunden, Stundenfolge, späte LK-Stunden, Hauptfach spät, spät→früh, Doppel selber Tag sowie Bad Units (späte pädagogische Einheiten). Ein leeres Feld bedeutet „keine Kappung“. Wird eine Kappung so streng gesetzt, dass der Grundplan unlösbar wird, wiederholt die Engine den Lauf automatisch einmal ohne Kappungen (im Meldefenster erscheint „wiederhole ohne Kappungen“).

Rolle der Kappungen für die Suchgeschwindigkeit: Anders als die Gap-Werte, die nur festlegen, wann der Solver den Optimalitätsbeweis abbricht, greifen die harten Kappungen direkt in die Suche selbst ein. Eine Obergrenze wird per Propagation ausgewertet: Zuordnungen, die die Grenze überschreiten würden, verwirft der Solver sofort, statt sie erst durchzurechnen. Dadurch schrumpft der Suchraum, und der Solver stößt früher auf eine gute Lösung. Die Gap-Werte und der Greedy-Hint verkürzen dagegen vor allem die Endphase (den Optimalitätsbeweis) bzw. den Start; das reine Finden einer Lösung beschleunigen sie kaum. Wer also beobachtet, dass der schnelle Solver ohne Kappungen (nur Gaps und Greedy-Hint) nicht spürbar früher eine Lösung liefert als der Standard-Solver, sieht erwartbares Verhalten – der eigentliche Hebel für eine schnellere Lösungssuche sind ein bis zwei gezielt gesetzte Kappungen.

Welche Werte trägt man ein?

Die Gap-Felder sind „einstellen und so lassen“, die Kappungen dagegen sollte man nicht raten, sondern aus einem echten Lauf ableiten.

Gaps und Greedy-Hint: Für die Bestlösung sind 2 % ein guter Alltagswert (schneller: 5 %); für die Folgelösungen 8–15 %. Den Greedy-Hint einfach aktiv lassen.

Kappungen – Vorgehen: Beim ersten Mal alle Kappungsfelder leer lassen und den Plan ohne Kappungen rechnen. Dann ablesen, wie viele Verstöße die beste Lösung tatsächlich hat, und die Kappung auf diesen Ist-Wert oder ein bis zwei darüber setzen. Die Zahl der Bad Units steht direkt im Meldefenster („... BadUnits: N“); die übrigen Zähler entnimmt man der Plan-Bewertung bzw. der Diagnose nach dem Lauf.

Muster 1 – Policy-Grenze: Terme, die es gar nicht geben soll, auf 0 setzen – typischerweise Dreifach-Hohlstunden (0), oft auch Doppel-Hohlstunden (0 oder 1). Das sind die besten Kandidaten für eine Null.

Muster 2 – Beschleuniger: Bei den häufigeren, teureren Termen (einfache Hohlstunden, Stundenfolge, Bad Units) ist 0 meist unrealistisch und würde nur das Sicherheitsnetz auslösen. Sinnvoll ist der beobachtete Ist-Wert plus kleiner Puffer – hat die erste Lösung z. B. 6 Hohlstunden, trägt man 6 oder 7 ein.

Kurz: Gaps auf 2/8 lassen, Greedy an, und bei den Kappungen erst leer laufen lassen und dann gezielt dort einen Wert setzen, wo entweder eine harte Regel gilt (→ 0) oder der Ist-Wert bekannt ist (→ Ist-Wert + kleiner Puffer). Schickt eine Kappung den Lauf ins Sicherheitsnetz, war sie zu streng – dann einen Schritt höher gehen.

Speicherung: Die Optionen und der Zustand der Checkbox werden im Sheet „Solver-Set“ der Excel-Datei gespeichert und beim Einlesen automatisch wiederhergestellt. Das Sheet ist wie das PM-Sheet aufgebaut (Spalte A Bezeichnung, B Wert, C Hinweis) und lässt sich auch direkt in Excel bearbeiten – Gap-Werte in Prozent, leere Kappungsfelder bedeuten „keine Kappung“. Ist die Datei beim Speichern in Excel geöffnet, bricht das Programm nicht ab, sondern vermerkt einen Hinweis im Meldefenster.

Gekoppelte Vorplanung (Zwei-Phasen-Modus im schnellen Solver)

Die gekoppelte Vorplanung ist ein optionaler Zwei-Phasen-Ablauf des schnellen Solvers. Sie automatisiert das bewährte Vorgehen „erst die stark verkoppelten Unterrichte (z. B. die Oberstufenschienen) fixieren, dann den Rest darum herum planen“. Sie ist nur wirksam, wenn zusätzlich die Option „Schneller Solver“ gesetzt ist, und wird über „Optionen...“ ein- und ausgeschaltet.

So arbeitet der Ablauf: In Phase 1 plant der Solver nur die Kern-Unterrichte und erzeugt dabei mehrere, bewusst verschiedene gute Teillösungen („Anker“). In Phase 2 wird jeder Anker fest fixiert und der gesamte Plan darum herum gelöst. Am Ende wird die beste Gesamtlösung über alle Anker behalten. Anker, mit denen kein Gesamtplan zustande kommt, werden übersprungen.

Kern ab ... gleichen UNr (Kopplungsgrad): Legt fest, ab wie vielen gleichen UNrn ein Unterricht als „Kern“ gilt, also in Phase 1 vorgeplant wird. Ein Unterricht mit z. B. drei oder mehr Zeilen unter derselben UNr ist eine Kopplung; solche Kopplungen gibt es sowohl in der Oberstufe als auch in der Sekundarstufe I. Standard 3 (Werte unter 2 sind nicht sinnvoll, weil dann praktisch alles fixiert würde).

Anzahl Anker: Wie viele verschiedene Phase-1-Lösungen nacheinander als Fixierung ausprobiert werden. Mehr Anker erhöhen die Chance auf eine gute Gesamtlösung, verlängern den Lauf aber entsprechend, weil jeder Anker einen vollständigen Gesamt-Solve auslöst. Ein guter Startwert ist 3 bis 5.

Anker-Mindestabstand (Blöcke): Erzwingt, dass sich die Anker in mindestens so vielen Blöcken unterscheiden. Ein höherer Wert liefert echte Alternativen, die die geteilten Lehrer- und Raumslots unterschiedlich belegen, statt fast gleicher Varianten.

Eigenes Zeitlimit für Phase 1: Ist der Haken gesetzt, wird jeder Phase-1-Lauf nach der angegebenen Sekundenzahl abgebrochen. Das ist sinnvoll, weil die Anker nicht beweisbar optimal sein müssen; ohne dieses Limit kann schon der erste Anker das volle PM-Zeitlimit ausschöpfen. Phase 2 (der Gesamtplan) nutzt immer das volle PM-Zeitlimit.

Zusammenspiel mit „Fix UNrn“: Die im Sheet „Fix UNrn“ manuell gesetzten Fixierungen gelten weiterhin für jeden Plan. Phase 1 berücksichtigt sie als feste Hindernisse und plant die Kern-Unterrichte von vornherein um sie herum. Im Meldefenster erscheint dazu die Zeile „Handfixierungen als feste Hindernisse in Phase 1: N Blöcke“.

Wenn kein Anker aufgeht: Scheitern alle Anker („keine Gesamtlösung über alle Anker“), liegt die Ursache meist nicht an der Vorplanung selbst, sondern an harten Randbedingungen des Gesamtplans – etwa einer zu strengen harten StD-Regel eines einzelnen Lehrers oder an Unterrichten, die (noch) auf „ignorieren“ stehen müssten. Die

Diagnose im Meldefenster benennt die auslösende Klasse, den Lehrer bzw. die Regel; nach deren Lockerung findet der Gesamtplan in der Regel wieder eine Lösung.

Speicherung: Wie die übrigen Schnellsolver-Optionen werden auch die Werte der gekoppelten Vorplanung im Sheet „Solver-Set“ gespeichert und beim Einlesen automatisch wiederhergestellt.

Button 10b – Teilplan-Modus (maximale fehlerfreie Teilverplanung)

Neben „Schneller Solver“ steht im Kopfbereich des Hauptfensters die Option „Teilplan (max. Unterrichte, normaler Solver)“ mit dem Eingabefeld „Gap K (Std.)“. Der Teilplan-Modus ist ein bewusst gestarteter Sonderlauf für den Fall, dass sich nicht alle Unterrichte gemeinsam unterbringen lassen: Statt einer bloßen Unlösbar-Meldung verplant er möglichst viele Unterrichte fehlerfrei und lässt nur die unvermeidbaren fallen. Er nutzt immer den normalen Solver ohne Tausch; ist die Option gesetzt, wird „Schneller Solver“ für diesen Lauf automatisch deaktiviert.

Der Lauf besteht aus zwei Phasen. In Phase A maximiert der Solver die – nach Wochenstunden gewichtete – Zahl der untergebrachten Unterrichte; in Phase B wird der so bestimmte Teilplan wie gewohnt qualitätsoptimiert. Eine ganze UNr wird dabei entweder vollständig verplant oder ganz fallengelassen, nie nur teilweise. Alle harten Regeln (Lehrer- und Klassenkollision, Fachraum-Limits, Sperren aus ZWL/ZWK, freie Tage und Stunden sowie die harten StD-Regeln) gelten unverändert; was verplant wird, ist damit garantiert fehlerfrei.

Fixierte Unterrichte bleiben nach Möglichkeit erhalten: Sie werden nur dann fallengelassen, wenn es ohne sie überhaupt keinen fehlerfreien Teilplan gibt. Vom Gap K sind sie nie betroffen; welche UNr am Ende fällt, ist die nach Wochenstunden „günstigste“, nicht zwingend die zuletzt hinzugefügte.

Gap K (Std.): steuert, wie genau Phase A rechnet. $K = 0$ liefert das nachweisbare Optimum, kann aber lange dauern, weil der Beweis der maximalen Platzierung ähnlich aufwändig ist wie ein Unlösbarkeitsbeweis. Ein Wert $K > 0$ beendet Phase A früher; dabei dürfen bis zu K zusätzliche Wochenstunden fallengelassen werden (fixierte Unterrichte ausgenommen). Empfehlung: das Zeitlimit im Sheet PM eher niedrig halten und mit $K = 1$ oder 2 beginnen.

Ergebnis: Im Meldefenster erscheint eine Drop-Liste der nicht verplanten Unterrichte (fixierte eigens gekennzeichnet). Die erzeugte Teillösung lässt sich wie jede andere im Plan-Editor (Button 11) laden; die fallengelassenen UNrn erscheinen dort als noch offen und können von Hand eingeplant werden – beim Ziehen meldet der Editor Konflikte wie gewohnt.

i Der Teilplan-Modus ersetzt nicht die Ursachensuche der normalen Stundenplanerstellung (Button 10): Diese nennt die schuldige Regelstufe, liefert aber keinen benutzbaren Plan. Der Teilplan-Modus liefert umgekehrt einen fehlerfreien Teilplan plus die Liste dessen, was nicht hineinpasst.

Button 11 – Plan-Editor (interaktiv)

Öffnet den grafischen Plan-Editor zur manuellen Bearbeitung einer berechneten Lösung per Drag & Drop, mit Tauschvorschlägen und Verschiebung-mit-Ausweich. Ausführliche Beschreibung in Abschnitt 4b. Eignet sich auch zum schnellen Durchblättern der Lehrer- und Klassenpläne.

Button 12 – Lösung sichern

Kopiert eine ausgewählte Lösung dauerhaft in das Sheet „Gesichert“. Gesicherte Lösungen bleiben über weitere Solverläufe, Bewertungen, Verbesserungen, Plan-Editor-Läufe und erneutes Einlesen erhalten und erscheinen mit dem Präfix „[Gesichert]“ im Ranking und in den Auswahl-Dropdowns. Geschrieben werden dabei zwei Tabellenblätter: „Gesichert“ enthält je Sicherung eine Spalte mit der Belegung (Aufbau wie „Lös“), das Begleitblatt „GesichertLehrer“ die davon abweichenden, also getauschten Lehrer (Spalte A = UNr, Spalte B = TeilIndex, ab Spalte C je Sicherung eine Spalte). „GesichertLehrer“ entsteht nur, wenn eine Sicherung tatsächlich getauschte Lehrer enthält.

Tausch dauerhaft in UV übernehmen: Bei einer Tausch-Lösung (Label beginnt mit „T_“) erkennt das Programm die enthaltenen LTKZ-Rollentausche und fragt für jedes Paar einzeln, ob der Lehrertausch dauerhaft in die UV übernommen werden soll. Bei Zustimmung werden die beiden Lehrer in der Spalte „Lehrer“ für alle zur Rolle gehörenden Zeilen vertauscht. Die Abfrage erscheint erst nach dem Sichern: Die gesicherte Lösung selbst enthält die getauschten Lehrer in jedem Fall – unabhängig davon, wie man antwortet.

- **Inhalt der Abfrage:** Pro Paar zeigt der Dialog beide Rollen (z. B. 5a ↔ 5b) mit ihrem aktuellen Lehrer sowie allen zugehörigen UNrn samt Fach und Klasse(n). Diese Angaben stammen aus der aktuellen UV, nicht aus der Lösung – man sieht also vor der Zustimmung genau, welche Zeilen betroffen sind.
- **Mehrere Paare:** Enthält das Label mehrere gleichzeitige Tausche (mit „+“ verbunden, z. B. „T_1c↔b+7a↔b_1“), wird für jedes Paar getrennt gefragt; die Antworten sind voneinander unabhängig.
- **Label-Varianten:** Erkannt werden auch Labels mit dem Anzeige-Präfix „[Gesichert]“ sowie mit zusätzlichen Suffixen, etwa „_man“ nach einer Übernahme aus dem Plan-Editor.
- **Nur aktive Zeilen:** Geschrieben wird ausschließlich in UV-Zeilen, die nicht ignoriert sind (Spalte „Ignore (i)“ leer). Die Spalten „U-Nr“ und „Lehrer“ müssen vorhanden sein, sonst erscheint eine Meldung und es wird nichts getauscht.
- **Rolle nicht mehr vorhanden:** Wurde eine LTKZ inzwischen geändert oder gelöscht, wird das betreffende Paar übersprungen – ohne Meldung, aber mit Eintrag im Log.
- **Nach der Abfrage:** Die Excel-Datei wird automatisch neu eingelesen, ein manuelles Einlesen (Button 1) entfällt. Damit sich ein übernommener Tausch im Plan auswirkt, ist jedoch ein erneuter Solverlauf (Button 10) nötig.

i Wird die Übernahme für ein Paar abgelehnt, bleibt der Tausch nur in der gesicherten Lösung wirksam – die UV bleibt für dieses Paar unverändert.

Zugehörige Tabellenblätter: Welche Rollenpaare zu welcher Lösung gehören, steht im Sheet „Tausch“ (Ausgabe des Solverlaufs mit Tausch). Die Spalten A–G nennen Gruppe, Rolle A, Lehrer A, Rolle B, Lehrer B sowie die betroffenen UNrn beider Rollen; danach folgt für jede Tausch-Lösung eine eigene Spalte, in der die in dieser Lösung tatsächlich getauschten Paare grün mit „✓ getauscht“ markiert sind (sonst „–“). Am Ende des Blattes steht die Diagnose der Tausch-Phase. Lehnt man die Übernahme ab, bleibt der Tausch ausschließlich im Begleitblatt „GesichertLehrer“ gespeichert – analog dazu hält „LösLehrer“ die getauschten Lehrer der Lösungen im Sheet „Lös“.

⚠ Der Tausch wird sofort in die Excel-Datei geschrieben. Ist die Datei parallel in Excel geöffnet, schlägt das Speichern fehl. Nach einer Übernahme beziehen sich ältere Lösungsspalten im Sheet „Lös“ weiterhin auf die frühere Lehrerzuordnung; ihr Begleitblatt „LösLehrer“ wird erst beim nächsten Solverlauf neu geschrieben.

Button 13 – Gesicherte Lösung löschen

Entfernt eine gesicherte Lösung aus dem Sheet „Gesichert“. Der zugehörige Diagnose-Block im Sheet „Diag“ wird automatisch mit entfernt, sodass keine verwaiste Karteikarte zurückbleibt.

Button 14 – Lösung verbessern

Öffnet einen Dialog, in dem man eine vorhandene Lösung auswählt und Verbesserungsoptionen konfiguriert. Das Programm versucht durch gezielte Tauschoperationen die Qualität zu erhöhen. Das Ergebnis kann als neue Lösung gespeichert oder die ursprüngliche überschrieben werden.

Technisch nutzt Button 14 ein lokales Optimierungsverfahren (Large-Neighborhood-Search kombiniert mit HillClimbing/Simulated-Annealing): Gezielt werden Teilbereiche der Ausgangslösung umgestellt bzw. mit dem CP-SAT-Solver nachoptimiert, während der übrige Plan möglichst erhalten bleibt. Der gesamte Plan wird also – anders als bei Button 15 – nicht in einem Zug komplett neu gerechnet. Alle harten Regeln, freien Tage und Bänder, das Verbot später päd. Einheiten sowie die Zeitwünsche aus den aktuell geladenen Daten werden dabei eingehalten.

Button 15 – Minimale Änderungen (Solver)

Startet einen Solver-Lauf, der ausgehend von einer gewählten Lösung möglichst wenige Änderungen vornimmt, um verbleibende Verletzungen zu beheben. Nützlich, wenn ein Plan grundsätzlich passt und nur punktuell korrigiert werden soll.

Button 15 verwendet denselben CP-SAT-Solver (Google OR-Tools) wie die Stundenplanerstellung (Button 10) und rechnet den gesamten Plan neu. Änderungen in den Zeitwünschen (in ZWL und StD) werden berücksichtigt. Sofern die Exceldatei vorher neu eingelesen wurde. Zusätzlich belohnt eine Stabilitätskomponente jedes Beibehalten einer Platzierung aus dem gewählten Ausgangsplan; das im Dialog eingestellte Stabilitätsgewicht

steuert, wie stark der Solver am Ausgangsplan festhält (höheres Gewicht $\Rightarrow$ weniger Änderungen). Fixierte UNrn bleiben ohnehin fest, neu hinzugekommene Unterrichte werden frei platziert.

i Unterschied kurz: „Lösung verbessern“ (Button 14) optimiert eine bestehende Lösung schrittweise per lokaler Suche; „Minimale Änderungen“ (Button 15) rechnet mit dem vollen CP-SAT-Solver neu und bleibt dabei möglichst nah am Ausgangsplan. Beide arbeiten mit den aktuell im Speicher geladenen Daten (Stammdaten StD, Zeitwünsche ZWL/ZWK, UV, Fachraum-Limits usw.) – also mit dem Stand des letzten Einlesens. Sie lesen die Excel-Datei nicht selbst neu ein: Nach Änderungen an StD, ZWL/ZWK oder UV zuerst die Datei neu einlesen (Button 1), damit die geänderten Stammdaten und Zeitwünsche berücksichtigt werden. Ein bereits geladener Ausgangsplan wird automatisch per UNr auf die aktuellen Unterrichte abgebildet – inzwischen ignorierte Blöcke entfallen, neu hinzugekommene werden frei platziert.

Die **Abkühlrate** (auch *Cooling Rate* oder *Abkühlplan*) ist bei iterativen Optimierungsverfahren (insbesondere beim **Simulated Annealing** / der simulierten Abkühlung) der Parameter, der steuert, wie schnell die „Temperatur“ T im Laufe der Iterationen gesenkt wird.

Funktion und Bedeutung

Bei iterativen Planverbesserungen dient die Temperatur T dazu, das Verlassen lokaler Optima zu ermöglichen:

- **Hohe Temperatur (T hoch):** Das Verfahren akzeptiert mit höherer Wahrscheinlichkeit auch eine Verschlechterung des Plans (Exploration des Suchraums).
- **Niedrige Temperatur (T niedrig):** Das Verfahren akzeptiert fast nur noch Verbesserungen (Gierige Lokalsuche / *Hill Climbing*).

Die Abkühlrate α (meist ein Wert knapp unter 1, z. B. $0,80 \leq \alpha \leq 0,99$) bestimmt die Absenkung der Temperatur von Schritt k zu Schritt $k + 1$:

$$T_{k+1} = \alpha \cdot T_k$$

Auswirkung der Abkühlrate

Abkühlrate	Auswirkung auf die Suche	Vor- und Nachteile
Sehr hoch ($\alpha \approx 0,99$) <i>(Langsame Abkühlung)</i>	Der Suchraum wird sehr gründlich durchsucht.	Vorteil: Hohe Chance auf das globale Optimum. Nachteil: Benötigt sehr viele Iterationen und Rechenzeit.
Niedrig ($\alpha \approx 0,80$) <i>(Schnelle Abkühlung)</i>	Das Verfahren geht schnell zur reinen lokalen Optimierung über.	Vorteil: Sehr schnelle Konvergenz. Nachteil: Hohes Risiko, in einem schlechten lokalen Optimum hängen-zubleiben.

Button 16 – Fixierungen/Lösung exportieren (Plan/Lös)

Überträgt wahlweise die aktuellen Fixierungen oder eine gewählte Lösung in die Excel-Datei. Nach dem Klick fragt das Programm zunächst, was übertragen werden soll:

- **Fixierungen (FixUnr):** die je Slot in „Fix UNrn“ stehenden UNrn – also nur die fixierten Stunden. Anschließend folgt die Zielabfrage: als Spalte „Fix“ in das Sheet „Lös“ (neu bzw. aktualisiert) **oder** in das Sheet „Plan“ (wird vollständig überschrieben).
- **Gewählte Lösung:** eine aus dem Speicher, dem Sheet „Lös“ oder „Gesichert“ auswählbare Lösung wird in das Sheet „Plan“ geschrieben (überschreibt „Plan“ vollständig).

Ziel ist also je nach Wahl das Sheet „Plan“ oder – nur bei den Fixierungen – die Spalte „Fix“ im Sheet „Lös“.

Button 17 – Diagnose an Diag anhängen

Berechnet die Lehrer-Diagnose eines gewählten Plans (aus „Gesichert“ oder „Lös“) und hängt sie als zusätzlichen Block an das Sheet „Diag“ an, ohne bestehende Blöcke zu überschreiben.

Button 18 – Klassenpläne erzeugen

Erstellt für jede Lösung ein Sheet mit einer tabellarischen Übersicht aller Klassen. Pro Zelle stehen Lehrer, Fach und UNr; LK-Kurse (LK01/LK02) werden farbig markiert.

Tipp: Hat eine Klasse mehrere Unterrichte im selben Zeitslot (z. B. Religion/Ethik oder A-/B-Wochen-Trennung), werden alle Unterrichte untereinander in derselben Zelle dargestellt.

Button 19 – Klassenpläne EF / Q1 / Q2

Wie Button 18, aber nur für die Oberstufenklassen EF, Q1 und Q2. Nützlich für Gymnasien mit Oberstufe.

Button 20 – Lehrerpläne erzeugen

Erstellt für jede berechnete Lösung ein eigenes Sheet mit Lehrerplänen. Jeder Lehrer bekommt eine Übersichtstabelle nach Tag und Stunde. Späte Doppelstunden werden farblich hervorgehoben.

Button 21 – Stammdaten (StD) bearbeiten

Öffnet einen eigenen Dialog zum Bearbeiten des Sheets „StD“ und zum Import der Stammdaten aus Untis. Alle StD-Zeilen erscheinen in einer editierbaren Tabelle; Werte lassen sich direkt bearbeiten. Die fünf „hart“-Spalten (HohlWoche hart ... DreifachHohl hart, Kapitel 2.4) sind hervorgehoben und machen die jeweilige Regel für den Lehrer verbindlich (x, ja oder 1).

Aus GPU004 importieren: Über die Schaltfläche „Aus GPU004 importieren ...“ liest der Dialog eine Untis-GPU004-Datei ein und übernimmt die daraus stammenden Spalten (Name, Nachname, Vorname, Std./Tag, HohlStd. soll, Std.Folge, Soll/Woche, Geburtsdatum). Die fünf „hart“-Spalten stammen nicht aus Untis und bleiben beim Import unverändert erhalten.

„Speichern und schließen“ schreibt die Tabelle in die Excel-Datei und liest die Daten neu ein; danach steht im Log die StD-Diagnose, die für jeden Lehrer die aktiven harten Regeln nennt. Ein Import schreibt sofort und lässt das Fenster offen, damit man das Ergebnis durchsehen und anschließend die „hart“-Flags setzen kann. „Verwerfen und schließen“ schließt ohne zu speichern.

■ Lehrer, die in der UV vorkommen, aber noch nicht in StD stehen, lassen sich beim Import ergänzen. Umgekehrt bleiben vorhandene individuelle Einstellungen (inkl. harter Regeln) erhalten.

4b. Manueller Plan-Editor

Der Plan-Editor ist ein eigenständiges Dialog-Fenster zur manuellen, grafischen Bearbeitung einer berechneten Lösung. Er wird über Button 11 geöffnet und eignet sich auch zum schnellen Durchblättern der Lehrer- und Klassenpläne einer ausgewählten Lösung.

Aufbau des Fensters

Die Kopfzeile enthält die Lösungsauswahl, den Farbcode-Block, den Modus-Umschalter sowie Schalter für Fachgruppenplan und das Anheften weiterer Pläne. Darunter liegen die Hauptpläne (Lehrer- und Klassenplan, im Vergleichsmodus zusätzliche Vorher-/Nachher-Spalten) und der Detailbereich mit Tauschvorschlägen, Verschiebung-mit-Ausweich und Diagnose. Das Fenster muss je nach eingeblendeten Spalten ggf. mit der Maus verbreitert werden.

Navigation

Lehrer / Klasse wechseln: über die Dropdowns oder die ◀ ▶-Pfeiltasten links davon.

Lösung wechseln: über das Dropdown oben links oder die ◀ ▶-Pfeile. Die Arbeitskopie der Belegung wird neu geladen; nicht übernommene Änderungen gehen verloren.

Klick-Synchronisation: Klick auf eine Zelle im Lehrerplan stellt den Klassenplan auf die zugehörige Klasse um – und umgekehrt. Bei Blöcken mit mehreren Klassen/Lehrern rotiert die Auswahl bei jedem weiteren Klick auf denselben Block.

Hervorhebung: Beim Klick auf eine Zelle werden alle Zellen derselben pädagogischen Einheit (gleiche Klasse + gleiches Fach) im anderen Plan lila hervorgehoben.

Farbcode (Einfärben nach Klasse oder Fach)

Über die Schaltfläche „Farbcode“ in der Kopfzeile öffnet sich ein Dialog, in dem sich je Klasse und je Fach eine Hintergrundfarbe festlegen lässt. Die Farben werden dauerhaft im Sheet „Farben“ gespeichert (Kapitel 2.5) und stehen beim nächsten Öffnen wieder zur Verfügung.

Mit dem Umschalter „Farbe nach:“ wählt man, wonach die Kästchen eingefärbt werden:

Einstellung	Wirkung
Klasse	Hintergrund je Klasse.
Fach	Hintergrund je Fach.
Klasse+Fach	Zweizonige Darstellung: Rand nach Klasse, Fläche nach Fach.
aus	Kein Farbcode (Standard). Kästchen erscheinen im normalen Hellblau.

i Der Farbcode ist rein optisch und steht bewusst unter den Warnfarben: Eine gelbe Qualitäts- oder rote Konfliktmarkierung übermalt der Farbcode nie. Fehlt das Sheet „Farben“ oder die Datei, bleibt der Farbcode leer.

Diag-Werte (Lehrer-Diagnose anzeigen)

Der Button „Diag-Werte“ öffnet ein eigenes, offen bleibendes Fenster mit den Kennzahlen aus dem Sheet „Diag“: die Diag-Zeile des aktuell gewählten Lehrers und die „Summe“-Zeile der Lösung (Hohlstunden, Soll min/max, Doppel-/Dreifach-Hohlstunden, Max Folge, Folge max, Einzelstunden, ggf. -2/Frei-Tage, Dstd-V, TR-V). Im Vergleichsmodus erscheinen die Zeilen beider Lösungen. Das Fenster aktualisiert sich beim Wechsel von Lehrer/Lösung; „Neu laden“ liest die aktuellen Werte nach einem Solverlauf oder „Diagnose an Diag anhängen“ (Button 17) ein.

Diag-Filter (Lehrerliste auf Auffällige beschränken)

Der Button „Diag-Filter“ neben dem Lehrer-Dropdown öffnet einen Auswahldialog mit allen Diag-Kriterien:

- Hohlstunden: zu viele (über Soll-Max) bzw. zu wenige (unter Soll-Min)
- Doppel-Hohlstunden (2 in Folge) / Dreifach-Hohlstunden (3+ in Folge)
- Stundenfolge überschritten (Std.Folge aus den Stammdaten)
- Einzelstunden-Tage
- -2-Zeitwunsch verletzt / -2 Freie-Tage-Wunsch verletzt
- Doppelstunden-Verletzungen / Tagesregel-Verletzungen
- Späte päd. Einheiten (bad units) – Lehrer mit mindestens einer späten pädagogischen Einheit (gleiche Klasse + gleicher Zeilentext bzw. Fach), deren belegte Stunden ab der Spätschwelle liegen. Eine solche Einheit zählt für alle beteiligten Lehrer; fixierte wie noch bewegbare Einheiten werden mitgezählt.
- Irgendeine Verletzung (Gesamtstrafe > 0)
- Späte päd. Einheiten ohne fixierte – wie „Späte päd. Einheiten (bad units)“, jedoch ohne vollständig fixierte Einheiten; zeigt damit nur Lehrer mit noch bewegbaren späten Einheiten (dieselbe Unterscheidung wie die Checkbox „Späte nichtfixierte päd. Einheiten rot“). Im Dialog steht dieses Kriterium am Ende der Liste.

Nach Auswahl und „Filtern“ enthält das Lehrer-Dropdown nur noch Lehrer, die in der aktuellen Lösung mindestens eines (ODER) bzw. alle (UND) der gewählten Kriterien verletzen. Der Button färbt sich gelb und zeigt die Anzahl aktiver Kriterien. „Filter aufheben“ stellt die volle Liste wieder her.

i Der Filter ist ein Schnappschuss der Lösung. Beim Wechsel der Lösung wird er neu ausgewertet; nach dem Verschieben von Blöcken innerhalb derselben Lösung muss er erneut angewendet werden.

UV-Betrachtung im Plan-Editor

Der Button „UV anzeigen“ öffnet ein eigenständiges, modeless Fenster mit den Rohdaten des Sheets „UV“ – direkt aus der Datei, nicht aus der Lösung. Dadurch sind auch ignorierte Zeilen (i/x) und Zeilen mit Wst = 0 sichtbar.

Editierbar: Die Datenspalten Klasse(n), Fach, Lehrer, Wst, LTKZ, Dopp.Std., Fachraum und ZeilenText-2 lassen sich direkt in der Tabelle bearbeiten. Jede bestätigte Zelle wird sofort in die passende Zeile des Sheets „UV“ zurückgeschrieben. UNr (Gruppierungsschlüssel) und die abgeleitete Spalte Status bleiben schreibgeschützt; Wst wird auf eine gültige Zahl geprüft. Beim ersten Bearbeiten pro Fenster erscheint ein Warnhinweis, und über der Tabelle steht dauerhaft ein Warnbanner.

△ Wichtig: UV-Änderungen landen zunächst nur in der Datei. Sie wirken sich erst nach erneutem Einlesen (Button 1) und – bei strukturellen Spalten wie Lehrer/Fach/Klasse(n)/Wst – nach erneutem Rechnen (Button 10) aus. Der aktuell angezeigte Plan ändert sich dadurch nicht. Ist die Datei parallel in Excel geöffnet, schlägt das Speichern kontrolliert fehl (Meldung, Änderung verworfen).

Filtermodus	Wirkung
Lehrer UND Klasse	Nur Zeilen, die beide Kriterien erfüllen.
nur Lehrer	Nur Zeilen des angegebenen Lehrers.
nur Klasse	Nur Zeilen der angegebenen Klasse.
Lehrer ODER Klasse	Zeilen, die mindestens ein Kriterium erfüllen.
alle Zeilen	Kein Filter, komplette UV.

Sortieren nach mehreren Ebenen: Ein Klick auf eine Spaltenüberschrift sortiert nach dieser Spalte, ein erneuter Klick kehrt die Richtung um. Für eine mehrstufige Sortierung die weiteren Überschriften mit gedrückter **Umschalt-(Shift-)Taste** anklicken – z. B. zuerst „ZeilenText-2“, dann mit Shift „Klasse(n)“ und anschließend „Fach“. Die Spalten werden dann in genau dieser Reihenfolge (1. → 2. → 3. Ebene) sortiert.

Mehrere Fenster gleichzeitig: Jeder Klick auf „UV anzeigen“ öffnet ein neues, leicht versetztes Fenster mit der aktuellen Auswahl als Startfilter. **„an Auswahl koppeln“:** folgt den Editor-Dropdowns (Standard aus). **„Doppelklick springt im Editor“:** Doppelklick auf eine Zelle „Lehrer“/„Klasse(n)“ stellt das Editor-Dropdown um (bei mehreren Klassen per

Kontextmenü). „Neu laden“ liest das Sheet UV erneut ein – nützlich, um in einem Fenster Änderungen zu sehen, die in einem anderen Fenster gemacht wurden.

■ Solange „Doppelklick springt im Editor“ angehakt ist, öffnet ein Doppelklick auf die Spalten Lehrer/Klasse(n) den Editor-Sprung statt den Bearbeitungsmodus. Diese beiden Zellen bearbeitet man daher entweder mit F2 bzw. erneutem Einzelklick in die markierte Zelle, oder man entfernt vorübergehend den Haken. Alle übrigen Spalten lassen sich direkt per Doppelklick bearbeiten.

Fachgruppenplan (reine Ansicht)

Über die Checkbox „Fachgruppenplan zeigen“ blendet der Editor einen zusätzlichen Plan ein, der je Zeitslot alle Blöcke einer Fachgruppe (Sheet FGR) untereinander anzeigt. Ein Auslastungs-Badge nennt pro Slot die belegten Räume gegen das Limit der Fachgruppe – man sieht damit auf einen Blick, wo eine Fachgruppe ihr Raum-Limit erreicht.

Die Fachgruppe wählt man über das Dropdown „Fachgruppe:“ bzw. die ◀ ▶-Pfeile daneben. Ein Klick auf einen Unterricht im Fachgruppenplan stellt sowohl Lehrer- als auch Klassenplan auf diesen Unterricht um. Der Fachgruppenplan ist eine reine Ansicht – er wird nicht direkt beplant.

Pläne anheften (mehrere Pläne gleichzeitig)

Neben den beiden Hauptplänen lassen sich beliebig viele weitere Pläne dauerhaft anheften und nebeneinander anzeigen. Über die Schaltflächen „Lehrer anheften“, „Klasse anheften“ bzw. „Fachgruppe anheften“ wird der jeweils im zugehörigen Dropdown gewählte Plan als eigene Kachel angeheftet.

Angeheftete Kacheln arbeiten auf derselben gemeinsamen Arbeitskopie wie die Hauptpläne. Drag & Drop funktioniert daher über Kachelgrenzen hinweg: Man kann eine Stunde aus einer angehefteten Kachel in eine andere Kachel oder in die Hauptpläne ziehen (Verschieben, Tauschen). So lassen sich z. B. zwei Lehrerpläne direkt gegeneinander abgleichen und Stunden zwischen ihnen umhängen.

Jede Kachel trägt oben eine Kopfzeile mit Typ und Namen (z. B. „LEHRERPLAN (angeheftet)“) und eine Schaltfläche zum Schließen. Ist derselbe Plan bereits angeheftet, weist ein Hinweis darauf hin, statt eine zweite Kachel anzulegen.

■ Auch Fachgruppenpläne lassen sich anheften. Da alle Kacheln dieselbe Belegung zeichnen, werden Änderungen sofort in allen sichtbaren Plänen aktualisiert.

Bearbeitungsmodi

Modus	Wirkung
Einzelstunde	Nur der angefasste Slot wird bewegt. Sinnvoll bei Einzelstunden und wenn nur eine Stunde einer Doppelstunde verschoben werden soll. Nur in diesem Modus ist der Rechtsklick zum Fixieren aktiv.
Block (ganzer Tag)	Alle Stunden des Blocks am selben Tag werden gemeinsam bewegt. Sinnvoll bei Doppelstunden und zusammenhängenden Blöcken.

Drag & Drop – Verschieben und Tauschen

Verschieben auf leere Zelle: Zieht man einen Block auf einen freien Slot, wird er dorthin verschoben. Zuvor prüft das Programm auf harte Konflikte (Lehrer-/Klassen-Doppelbelegung, –3-Sperren, Fachraum-Überschreitung); bei einem Konflikt erscheint eine rote Fehlermeldung und der Zug unterbleibt.

Tauschen mit belegter Zelle (gleiche Stundenzahl): Zieht man einen Block auf eine belegte Zelle mit genau einem anderen Block gleicher Stundenzahl, werden beide getauscht – ebenfalls mit harter Konfliktprüfung.

Entplanen in den Parkbereich: Zieht man eine Zelle in den Parkbereich, werden die Slots entplant; die UNr erscheint dort als Karte und kann von dort wieder eingeplant werden (eine Stunde pro Zug).

Parkbereich – Filter nach Klick-Kontext

Der Parkbereich richtet sich nach dem zuletzt angeklickten Grid: Klick in eine **Lehrerzelle** zeigt die unverplanten Unterrichte des **Lehrers**, Klick in eine **Klassenzelle** die der **Klasse** – auch bei Klick auf ein leeres Feld. Jede Karte zeigt UNr, Fach, Klasse, Lehrer und Wochenstunden. Über „Ignorierte anzeigen“ erscheinen zusätzlich die per „i“/„x“ ignorierten Unterrichte (grau, „(ignoriert)“); diese sind nur Anzeige und nicht ziehbar.

Fixieren per Rechtsklick

Im Modus „Einzelstunde“ öffnet ein Rechtsklick auf eine belegte Zelle ein Kontextmenü, über das sich die Stunde gezielt fixieren oder eine bestehende Fixierung wieder entfernen lässt. Fixierte Stunden sind im Grid durch ein kleines blaues „F“ oben rechts gekennzeichnet.

i Der Rechtsklick schreibt sofort in das Sheet „Fix UNrn“ (slotgenau) und pflegt zugleich die UV-Spalte „Fix (X)“ für die ganze UNr: Beim Fixieren wird „X“ in alle UV-Zeilen der UNr gesetzt; beim Entfixieren nur dann entfernt, wenn die UNr in „Fix UNrn“ nirgends mehr steht. Nach dem Schließen des Plan-Editors wird die Excel-Datei automatisch neu eingelesen, sodass Speicherstand und Datei übereinstimmen.

Drag-Over-Hervorhebung

Fährt man während eines Drag-Vorgangs über eine Zielzelle, werden in der Tauschvorschlags-Liste die Vorschläge, die genau auf diesen Slot passen, nach oben sortiert und orange hervorgehoben.

Tauschvorschläge (linke Spalte im Detailbereich)

Nach einem Klick auf eine Zelle berechnet das Programm alle zulässigen klasseninternen Tausche für den Block. Jeder Vorschlag ist eine Zeile: Zeitslot (fett) + Fach und Klasse pro Glied; bei Ringen mit Zielslot je Glied.

- Tauschvorschlag anklicken zeigt den Vorschlag in den Plänen.
- Doppelklick fixiert den Vorschlag in den Plänen, weitere Tausche möglich.

- „Übernehmen“ schreibt die Änderungen in eine neue Lösung.

Tipp: Drag auf eine belegte Zelle: Gibt es Tauschvorschläge für genau diesen Zielslot, wird der einfachste automatisch fixiert (statt sofort ausgeführt). So sieht man die Diagnose, bevor man bestätigt.

Verschiebung mit Ausweich (mittlere Spalte im Detailbereich)

Liegt auf dem Zielslot ein kollidierender Block, sucht das Programm automatisch Ausweichmöglichkeiten: Block A soll auf Slot Y; das Hindernis (Block B auf Y) weicht per klasseninternem Tausch auf einen anderen Slot Z aus. Das Ergebnis erscheint als kombinierter Vorschlag „Verschiebe A: X→Y | B: Y→Z“. Einfachklick fixiert (mit Vorher/Nachher + Pfeilen), Doppelklick führt aus. Das Programm deckt bis zu 2 Hindernis-Blöcke ab und sucht bei einem einzelnen Hindernis rekursiv nach mehrstufigen, auch klassenübergreifenden Ausweichen.

Ziehen auf ein verbotenes oder kollidierendes Feld

Zieht man einen Block auf einen Slot, auf dem ein harter Konflikt entstünde – ein belegtes Feld mit Lehrer- oder Klassen-Doppelbelegung, ein per –3 gesperrter Slot oder ein bereits am Fachraum-Limit liegender Slot –, wird der Zug nicht mehr einfach verworfen. Der vorhandene Unterricht bleibt zunächst liegen, und der Editor zeigt zwei Wege an, wie es weitergehen kann.

Erstens werden – soweit möglich – Ausweich-Vorschläge berechnet: Der Hindernis-Block weicht per klasseninternem Tausch auf einen anderen Slot aus (Verschiebung mit Ausweich, siehe oben). Sie lassen sich wie gewohnt per Einfachklick ansehen und per Doppelklick ausführen.

Zweitens erscheint oben im Detailbereich die rot umrandete Option „⚠ Kollision erzeugen bzw. verbotenen Slot besetzen“. Ein Klick darauf legt den gezogenen Unterricht ohne Tausch auf das Ziel – der bisherige Unterricht bleibt dabei zusätzlich liegen bzw. der gesperrte Slot wird bewusst besetzt. Der Plan ist an dieser Stelle danach ungültig; die betroffenen Slots werden bei „Plan prüfen“ (Button 5) als Verletzung ausgewiesen. Solange man die Option nicht anklickt, wird nichts verändert – man kann die Vorschläge also gefahrlos zuerst sichten.

❗ Diese Möglichkeit ist als bewusster Notausgang gedacht – etwa um eine Zwischenlösung von Hand zu erzwingen oder gezielt eine Kollision zu erzeugen, die man anschließend über Tausch oder Verschiebung wieder auflöst. Der Zielunterricht wird dabei nicht überschrieben, sondern liegt gemeinsam mit dem gezogenen Unterricht auf demselben Slot.

Vergleichspläne und Pfeile

Wird ein Vorschlag fixiert, erscheinen rechts zwei zusätzliche Lehrerplan-Spalten (Vorher/Nachher). Über das Dropdown „Vgl.-Lehrer“ (und ◀▶) wählt man den verglichenen Lehrer. In Lehrer- und Klassenplan werden zusätzlich Pfeile eingezeichnet. Ggf. Fenster verbreitern.

Vergleichsmodus (zwei Lösungen nebeneinander)

Die Checkbox „Vergleichsmodus“ in der Kopfzeile stellt zwei Lösungen unmittelbar nebeneinander: links Lösung A (die aktuell geladene Lösung), rechts Lösung B (über das Dropdown „2. Lösung“ bzw. ◀ ▶ gewählt). Für den gewählten Lehrer und die gewählte Klasse werden vier Raster gezeigt (Lehrer A | Lehrer B, Klasse A | Klasse B). Der Modus ist eine reine Ansicht; Parkbereich, Tauschvorschläge und Bearbeitung sind dabei ausgeblendet.

Checkbox „Unterschiede gelb“: markiert alle Zeitslots, die in den beiden verglichenen Lösungen unterschiedlich belegt sind (gelber Rahmen bzw. gelbe Fläche), sodass Abweichungen sofort ins Auge fallen.

Checkbox „Verschiebungspfeile“: zeichnet im linken Plan (Lösung A) für jede pädagogische Einheit einen Pfeil von ihrer Position in Lösung A zu der Stelle, an der dieselbe UNr in Lösung B liegt. So ist auf einen Blick erkennbar, wohin ein Unterricht in der Vergleichslösung gewandert ist. Der Pfeil beginnt an der A-Position (dort steht die Zelle im linken Raster) und zeigt auf den Slot der B-Position (wie im rechten Raster). Nur tatsächlich verschobene Stunden erhalten einen Pfeil: Liegt dieselbe UNr in beiden Lösungen im selben Slot, wird dort nichts gezeichnet. Bei mehreren Wochenstunden derselben UNr werden nur die geänderten Positionen miteinander verbunden. Farben wie bei den übrigen Pfeilen: im Lehrerplan blau, im Klassenplan magenta.

Diagnose-Panel (rechte Spalte im Detailbereich)

Bei Hover/Fixierung eines Vorschlags zeigt das Panel je beteiligtem Lehrer: freie Tage vorher → nachher, Hohlstunden (ein-, zwei-, dreifach) vorher → nachher, Gesamtqualität vorher → nachher (mit „besser/schlechter/unverändert“). Bei einfachem Klick auf eine Zelle zeigt es die Blockdetails: UNr, ZeilenText, je Teilunterricht Lehrer | Fach | Klassen | Fachgruppe.

Checkbox „Späte nichtfixierte päd. Einheiten rot“: markiert alle Blöcke einer päd. Einheit rot, wenn mindestens 2 Stunden auf Stunde 6 oder später fallen und die Einheit nicht vollständig fixiert ist.

Tipp: Die Rotmarkierung ist ein Warnsignal für ungünstige Platzierungen. Vollständig fixierte Einheiten werden bewusst ausgeblendet, da sie nicht mehr verändert werden.

Gewichtungszahl der Zeitwünsche

Unten rechts in jedem Zeitslot-Kästchen erscheint, sofern ein Zeitwunsch-Eintrag besteht, eine kleine Gewichtungszahl (z. B. „-3“, rot bei negativen, grün bei positiven Werten). Sie gehört zum Slot selbst und erscheint daher auch auf leeren Zellen.

Schaltflächen im Plan-Editor

Schaltfläche	Funktion
Zurücksetzen	Verwirft alle manuellen Änderungen und stellt den Stand der ursprünglich geladenen Lösung wieder her.

Schaltfläche	Funktion
Übernehmen	Speichert die bearbeitete Belegung als neue Lösung (Name _man, bei Duplikaten mit Nummer). Sie wird in das Sheet Lös eingetragen, das Sheet Diag aktualisiert und die Lösung erscheint sofort im Dropdown.
Schließen	Schließt den Dialog. Nicht übernommene Änderungen gehen verloren. Wurden Fixierungen geändert, wird die Excel-Datei beim Schließen automatisch neu eingelesen.

Harte Konfliktsperren

Das Programm sperrt alle Aktionen, die zu einem dieser Konflikte führen würden:

- Lehrer-Doppelbelegung: derselbe Lehrer hat im selben Slot bereits Unterricht.
- Klassen-Doppelbelegung: dieselbe Klasse hat im selben Slot bereits Unterricht (außer KKK-Ausnahmen).
- Zeitwunsch -3: Lehrer oder Klasse hat in diesem Slot eine absolute Sperre.
- Fachraum-Überschreitung: die Fachgruppe des Blocks ist im Slot bereits am Limit.

Solche Aktionen werden nicht automatisch ausgeführt: Es wird nichts getauscht oder verschoben, und der Editor zeigt einen Hinweis. Statt eines stillen Abbruchs bietet er jedoch – soweit vorhanden – Ausweich-Vorschläge sowie die anklickbare Option „Kollision erzeugen bzw. verbotenen Slot besetzen“ an (siehe Abschnitt „Ziehen auf ein verbotenes oder kollidierendes Feld“); erst ein Klick darauf legt den Unterricht bewusst ohne Tausch ab und macht den Plan an dieser Stelle ungültig. Qualitätsprobleme (Hohlstunden, Doppelstunden) führen dagegen nur zu gelben Warnungen, die Aktion wird trotzdem ausgeführt.

Gespeicherte Ansichtseinstellungen (Sheet EdCfg)

Der Plan-Editor merkt sich seine Ansichtseinstellungen: Beim Schließen (Schaltfläche „Schließen“ oder Fenster-X) werden sie in das Sheet „EdCfg“ der Excel-Datei geschrieben, beim nächsten Öffnen automatisch wieder geladen. Die Einstellungen gelten damit je Excel-Datei.

Gespeichert werden: Farbmodus (Klasse/Fach/Klasse+Fach/aus), Bearbeitungsmodus (Block/Einzelstunde), die Optionen (späte päd. Einheiten rot, Klassenvergleich, Fachgruppenplan, Vergleichsmodus, Ignorierte anzeigen, Filter Verletzungen, Ausweichsuche), der Parkbereich-Kontext, der Diag-Filter, die Fenstergröße und -position sowie die zuletzt gewählte Lösung, der Lehrer und die Klasse.

■ Lösung, Lehrer und Klasse hängen an den Daten. Existiert die gespeicherte Lösung (bzw. der Lehrer/die Klasse) nach einem neuen Solverlauf, „Übernehmen“ oder einer UV-Änderung nicht mehr, fällt der Editor still auf die Standardauswahl zurück (erste Lösung, erster Lehrer/erste Klasse) – ohne Meldung. Fehlt das Sheet EdCfg (z. B. beim ersten Start), öffnet der Editor mit den Standardeinstellungen. Liegt die gespeicherte Fensterposition nach einem Monitorwechsel außerhalb des Bildschirms, wird nur die Größe übernommen und das Fenster wieder zentriert.

4c. Live-Zwischenstände während des Solverlaufs

Bei langen Suchläufen (Button 10) lässt sich der aktuelle Zwischenstand ansehen, ohne den Solver zu unterbrechen. Die Engine schreibt während der Suche die jeweils beste bisher gefundene Lösung in eine eigene Excel-Datei – unabhängig von der eigentlichen Zieldatei, die während des Laufs gesperrt bleibt.

Speicherort: Für jeden Lauf entsteht ein eigener Unterordner „...live...“ neben der Zieldatei mit fortlaufend nummerierten Dateien (live_00001.xlsx, live_00002.xlsx ...). Jede enthält den vollständigen Datenbestand plus die aktuell beste Zwischenlösung im Sheet „Lös“.

Wann geschrieben wird: Ein neuer Snapshot entsteht nur, wenn sich der Zielwert verbessert hat und seit dem letzten mindestens 8 Sekunden vergangen sind. Jeder Schreibvorgang wird im Log protokolliert (Zeile „[Live]“).

Zwischenstand ansehen: Eine zweite, parallel gestartete Instanz kann über Button 1 die jeweils höchste live_NNNNN.xlsx im passenden Ordner laden und im Plan-Editor (Button 11) betrachten. Da es eine eigenständige Kopie ist, stört die Sperrung der Zieldatei nicht.

Aufräumen: Nach jedem Snapshot werden ältere Live-Dateien desselben Laufs gelöscht (außer der gerade geschriebenen); eine gerade geöffnete Datei bleibt liegen und wird beim nächsten Versuch entfernt. Lauf-Ordner älter als 24 Stunden werden beim Start des nächsten Laufs entfernt.

△ Live-Dateien sind ein flüchtiger Zwischenstand zur Beobachtung. Maßgeblich für die endgültige(n) Lösung(en) bleibt das Sheet „Lös“ der eigentlichen Zieldatei nach Abschluss des Laufs.

5. Die PM-Tabelle und die Qualitätsfunktion

5.1 Rolle der PM-Tabelle

Das Sheet „PM“ steuert Laufzeit und Zielgewichtung des Solvers. Alle Parameter werden per Beschriftung in Spalte A gesucht (nicht per fester Zeilennummer); Spalte B enthält den Wert. Groß-/Kleinschreibung wird ignoriert. Fehlt ein Parameter, gilt der Standardwert.

5.2 Parameter nach Funktion

Laufzeit / Lösungsmenge

Parameter	Beispiel	Bedeutung
Zeitlimit Sekunden	30	Maximale Rechenzeit des Solvers pro Lauf.
Anzahl Lösungen ohne Tausch	2	Zahl der besten Lösungen ohne Lehrertausch.
Anzahl Lösungen mit Tausch	2	Zahl der besten Lösungen mit Lehrertausch.
Mindestabstand Lösungen	5	Mindestanzahl Blöcke, die sich zwei ausgegebene Lösungen unterscheiden müssen (strukturelle Diversität).

i Ohne Mindestabstand können sich mehrere Lösungen nur in ein bis zwei Stunden unterscheiden. Der Parameter erzwingt einen echten Hamming-Abstand in Blöcken; wird er zu hoch gewählt und keine ausreichend diverse Lösung mehr gefunden, wird das im Log vermerkt und die nächstbeste Lösung ausgegeben.

Zielgewichte und Strafen (fließen in die angezeigte Qualität ein)

Parameter	Standard	Wirkung in der Qualität
Gewicht frühe Doppel	1	Belohnung je früher Doppelstunde (Beginn vor der Spätgrenze, Standard also $\leq$ Stunde 5), positiv.
Gewicht späte Doppel	5	Strafe je später Doppelstunde (Beginn ab der Spätgrenze, Standard 6).
Gewicht späte päd. Einheiten	5	Strafe je päd. Einheit, deren belegte Stunden ab der Spätgrenze („SpätSchwelle“ C2, Standard 6) die Wst-abhängige Schwelle erreichen (Sheet „SpätSchwelle“, Spalten A/B).
Fächer ohne Spätzählung	(leer)	Kommaliste von Fächern, deren Einheiten NICHT als späte päd. Einheit zählen (exakter Fach-String, Groß/Klein egal; eine Einheit fällt nur raus, wenn ALLE ihre Teile so ein Fach tragen).
Strafe Hohlstunde	1	Strafe je Hohlstunde über dem Freibetrag (StD: HohlStd. soll).
Strafe doppel Hohlstunde	5	Strafe je zusammenhängendem 2er-Hohlstundenblock.
Strafe dreifach Hohlstunde	5	Strafe je zusammenhängendem $\geq$ 3er-Hohlstundenblock.
Strafe Std./Tag	0	Strafe je Unterrichtstag, dessen Stundenzahl außerhalb des in StD „Std./Tag“ angegebenen Bereichs (z. B. 2-6) liegt (früher „Strafe Einzelstunde“).

Parameter	Standard	Wirkung in der Qualität
Strafe späte LK-Stunden	0	Strafe je LK-Stunde (LK01/LK02) über der Tagesgrenze; „spät“ ab der Spätgrenze („SpätSchwelle“ C2, Standard 6).
Grenze späte LK-Stunden	2	Max. Anzahl später LK-Stunden pro Tag; erst darüber wird bestraft.
Spätgrenze Vortag	8	Spät-Früh-Regel: ab dieser Stunde gilt der Vortag als „spät“.
Frühgrenze Folgetag	1	Spät-Früh-Regel: bis zu dieser Stunde gilt ein Beginn am Folgetag als „zu früh“.
Schwelle Std./Tag Vortag	0	Gating der Spät-Früh-Regel: greift nur, wenn der Lehrer am Vortag mehr als so viele Stunden hat. 0 = kein Gating.
Strafe Spät-Früh Folgetag	0	Strafe je -2-Verstoß der Spät-Früh-Regel (Lehrer mit Marker -2 in StD „Gewicht Spät-Früh“). -3-Lehrer sind hart und fließen nicht in die Qualität ein.
Strafe Hauptfach spät	0	Strafe je Hauptfach-Stunde (D,E,M,F) über dem erlaubten Spät-Anteil.
Hauptfach spät Anteil	50	Max. Prozentsatz der Hauptfach-Stunden ab Stunde 5.

Tipp: Eine LK-Stunde (LK01/LK02) gilt ab der Spätgrenze als „spät“ (Standard 6, einstellbar in „SpätSchwelle“ C2). „Grenze späte LK-Stunden“ legt fest, wie viele solcher Stunden pro Tag erlaubt sind, bevor die Strafe greift (Standard 2).

Die Spätgrenze („Def spät ab Stunde“). Ab welcher Stunde ein Slot als „spät“ gilt, steht im Sheet „SpätSchwelle“ in Zelle C2 (C1 dient nur als Beschriftung). Fehlt der Eintrag oder ist er unlesbar, gilt 6 wie bisher; im zweiten Fall erscheint zusätzlich ein Hinweis im Log. Der Wert gilt einheitlich für ALLE Spät-Funktionen: späte päd. Einheiten, späte LK-Stunden, frühe und späte Doppelstunden sowie das Verbot später Doppelstunden. Wird die Grenze vorgezogen (z. B. auf 5), gelten schlagartig deutlich mehr Stunden als spät — die Wst-Schwellen in den Spalten A/B desselben Sheets sollten dann noch einmal geprüft werden.

Nur im Solver-Ziel (nicht in der angezeigten Qualität – siehe 5.4)

Parameter	Standard	Wirkung
Gewicht freie Tage	2	Belohnung je freiem Lehrertag, positiv.
Strafe Std.Folge	5	Strafe, wenn ein Lehrer mehr Stunden am Stück hat als in StD (Std.Folge) erlaubt.
Strafe -2	0	Strafe je Slot, in dem ein -2-Zeitwunsch verletzt wird (nur wenn „Verbot -2 = nein“).
Fächer-Doppelstd. nicht am selben Tag	(leer)	Kommaliste von Fächern (Spalte B), deren Doppelstunden möglichst nicht am selben Tag in derselben Klasse liegen sollen (exakter Fach-String, Groß/Klein egal). Legt der Solver in einer Klasse an einem Tag Doppelstunden von mehr als einem der gelisteten Fächer, wird jede über die

Parameter	Standard	Wirkung
Strafe Fächer-Doppelstd. selber Tag	5	erste hinausgehende bestraft; die Doppelstunden dieser Fächer werden so über die Woche verteilt. Erst ab zwei gelisteten Fächern kann die Regel greifen. Strafgewicht je zusätzlicher Doppelstunde eines gelisteten Fachs, die am selben Tag in derselben Klasse liegt. 0 schaltet die Regel ab.

Harte Constraints / Sonstiges

Parameter	Beispiel	Bedeutung
Verbot später Doppelstunden	ja/nein	Wenn ja: Doppelstunden, die ab der Spätgrenze beginnen, werden verboten (bei Standard 6 also 6/7, 7/8, 8/9). Die Spätgrenze stammt aus „SpätSchwelle“ C2. Ausnahme: Ist die Doppelstunde für beide Slots per „Fix UNrn“ vorgegeben, gilt das Verbot nicht.
Verbot -2	ja/nein	Wenn ja: -2-Zeitwünsche sind hartes Verbot (sonst Strafe - 2).
Große Pause	2-3	Pausenposition StundeVor-StundeNach; mehrfach angebbbar.
Fix-Relax	ja/nein	Wenn ja: Sind allein die Fixierungen (Sheet „Fix UNrn“) schon unlösbar, wiederholt die Engine den Grundlauf EINMAL mit toleranten Fixierungs-Konflikten. Die Fixierungen bleiben dabei hart – nur die von IHNEN verursachten harten Verstöße (Lehrer-, Klassen- oder Raum-Kollision zwischen zwei Fixierungen, gesperrte Slots, überzählige Fixslots) werden geduldet; alle übrigen harten Regeln bleiben aktiv, es entstehen also keine weiteren Fehler. Kommt so eine Lösung zustande, wird sie verwendet, die bewusst geduldeten Konflikte werden im Meldefenster gelistet, und die Einzel-Infeasibilitätsdiagnose entfällt. Die Tausch-Phase läuft anschließend ebenfalls im Fix-Relax-Modus weiter – ein Tausch kann eine fixierungsbedingte Kollision sogar auflösen, sodass Varianten sauberer als der Grundplan sein können. Erkannt wird jede Beschriftung, die „fix“ und „relax“ enthält. Standard: nein.
Fächer beliebig oft am Tag	Sp, Fö	Kommaliste exakter Fach-Strings (Groß/Klein egal). Diese Fächer dürfen pro Klasse mehrfach am selben Tag liegen – sie sind von der Regel „Fach pro Klasse pro Tag“ ausgenommen, und ihre Vorkommen müssen nicht benachbart sein (keine Doppelstunde nötig). Ein Block wird nur befreit, wenn ALLE seine Fächer gelistet sind (gemischte/gekoppelte Blöcke bleiben regulär). Solver und Prüfung (Sheet Verl, FPK-F) lesen dieselbe Liste, sodass

Parameter	Beispiel	Bedeutung
		bewusst mehrfach verplante Fächer nicht als Verstoß gemeldet werden. Leer = bisheriges Verhalten.
i Zusätzlich zu diesen Parametern lassen sich Hohlstunden-, Folge-, Std./Tag- und Doppel-/Dreifach-Hohlstunden-Regeln pro Lehrer im Sheet StD verbindlich (hart) machen (Kapitel 2.4). Solche harten Regeln wirken wie Constraints und können ein Modell unlösbar machen.		

5.3 Formel der Qualitätsfunktion

Die im Sheet „Rank“ (Spalte „Qualität“) und in der Lehrer-Diagnose ausgewiesene Qualität Q berechnet sich aus den gezählten Kennzahlen und den PM-Gewichten:

$$Q = (\text{Gewicht frühe Doppel}) \cdot n_{\text{frühe_Doppel}} - (\text{Gewicht späte Doppel}) \cdot n_{\text{späte_Doppel}} - (\text{Gewicht späte päd. Einheiten}) \cdot n_{\text{späte_päd_Einheiten}} - (\text{Strafe Hohlstunde}) \cdot n_{\text{Hohlstunden}} - (\text{Strafe doppel Hohlstunde}) \cdot n_{\text{2er_Hohlblöcke}} - (\text{Strafe dreifach Hohlstunde}) \cdot n_{\text{≥3er_Hohlblöcke}} - (\text{Strafe Std./Tag}) \cdot n_{\text{StdTag-Verletzungen}} - (\text{Strafe späte LK-Stunden}) \cdot n_{\text{späte_LK_über_Grenze}} - (\text{Strafe Hauptfach spät}) \cdot n_{\text{Hauptfach_spät_über_Anteil}}$$

Größe	Zählweise
n_frühe_Doppel	Doppelstunden, deren erste Stunde ≤ 5 ist.
n_späte_Doppel	Doppelstunden, deren erste Stunde ≥ 6 ist.
n_späte_päd_Einheiten	Päd. Einheiten (gleiche Klasse + gleicher ZeilenText, sonst gleiches Fach), deren belegte Stunden ab der Spätgrenze („SpätSchwelle“ C2, Standard 6) die Wst-abhängige Schwelle erreichen (Sheet „SpätSchwelle“, Fallback 2). Maßgeblich für die Schwelle ist die Wochenstundenzahl der Einheit: je UNr zählt ein Beitrag, verschiedene UNrn werden addiert, und das Ergebnis wird auf die tatsächlich belegten verschiedenen Zeitpunkte begrenzt. Fächer aus „Fächer ohne Spätzählung“ werden ausgenommen.
n_Hohlstunden	Hohlstunden je Lehrer über die Woche, abzüglich des Freibetrags aus StD; nie negativ.
n_2er_/≥3er_Hohlblöcke	Zusammenhängende Hohlstunden-Folgen der Länge genau 2 bzw. ≥ 3 (je Lehrer und Tag).
n_StdTag-Verletzungen	Unterrichtstage je Lehrer, deren Stundenzahl außerhalb des Bereichs „Std./Tag“ (StD) liegt; nur Lehrer mit gesetztem Bereich, freie Tage zählen nicht.
n_späte_LK_über_Grenze	LK-Stunden ab der Spätgrenze, soweit sie an einem Tag die Grenze überschreiten.
n_Hauptfach_spät_über_Anteil	Hauptfach-Stunden (D,E,M,F) ab Stunde 5 über dem erlaubten Anteil.

Deutung des Vorzeichens: Nur frühe Doppelstunden gehen positiv in Q ein; alle übrigen Terme sind Strafen. Der Solver maximiert Q – ein größerer Wert ist besser (Q kann negativ werden).

5.4 Unterschied: Solver-Ziel vs. angezeigte Qualität

Die in 5.3 gezeigte, in „Rank“ ausgewiesene Qualität ist nicht identisch mit der intern optimierten Zielfunktion. Das Solver-Ziel enthält zusätzlich drei Terme:

$$\text{Solver-Ziel} = Q + (\text{Gewicht freie Tage}) \cdot n_{\text{freie_Tage}} - (\text{Strafe Std.Folge}) \cdot n_{\text{Std.Folge_Verletzungen}} - (\text{Strafe -2}) \cdot n_{\text{verletzte_2-Wünsche}}$$

Der Solver richtet die Rangfolge nach diesem erweiterten Ziel aus, während die Spalte „Qualität“ eine bewusst reduzierte Kennzahl ist. Zwei Lösungen mit gleicher angezeigter Qualität können sich in freien Tagen, Std.-Folge oder -2-Verletzungen unterscheiden.

5.5 Maximal erreichbare Qualität

Der Solver zeigt ggf. im Ansichtsfenster eine obere Schranke der bewiesenen maximal erreichbaren Qualität an. Dies ermöglicht eine bessere Einschätzung der zu wählenden Suchzeit.

5.6 Parameterwahl für die lokale Verbesserung (Button 14)

Die Schaltfläche „Lösung verbessern“ (Button 14) nutzt beim Simulated Annealing zwei Kennwerte, die im Verbesserungsdialog eingestellt werden: die Starttemperatur T_0 und die Abkühlrate α . Beide sollten zum Bewertungsgebirge passen und nicht geraten werden. Entscheidend ist: Die Temperatur skaliert die Differenz Δ zweier Bewertungen (die Qualitätsänderung pro Tausch), nicht den absoluten Qualitätswert Q. Ein Ausgangsplan mit z. B. $Q = -180$ verlangt deshalb keine besondere oder gar negative Temperatur — nur die typische Größe von Δ pro Tausch zählt. Eine negative Starttemperatur ist sinnlos: sie macht den Annahmeterm größer als 1, sodass jede Verschlechterung angenommen wird und die Suche zum reinen Zufallslauf entartet.

Delta-Skala (Δ). Ein einzelner gültiger Tausch verändert die Strafsumme ungefähr um die Größenordnung der aktiven PM-Gewichte: eine Hohlstunde ≈ 1 , eine Std./Tag- oder -2-Verletzung ≈ 2 , eine späte päd. Einheit oder ein Fächer-Doppel $\approx 4-5$. Ein typischer Tausch liegt damit bei $\Delta_{\text{typ}} \approx 2-4$.

Starttemperatur. T_0 folgt aus der gewünschten Annahmewahrscheinlichkeit p_0 einer typischen Verschlechterung zu Beginn (empfohlen $p_0 \approx 0,8$):

$$T_0 = -\Delta_{\text{typ}} / \ln(p_0) \quad \text{— für } p_0 = 0,8 \text{ also } T_0 \approx 4,5 \cdot \Delta_{\text{typ}}$$

Endtemperatur. Am Ende soll fast nur noch verbessert werden; Verschlechterungen werden dann praktisch abgelehnt ($\exp(-\Delta / T_{\text{end}}) \approx 0,02$):

$$T_{\text{end}} \approx \Delta_{\text{typ}} / 4 \approx 1$$

Abkühlrate. Die geometrische Abkühlung $T \leftarrow \alpha \cdot T$ soll T_0 über die im Zeitbudget tatsächlich durchlaufenen N Iterationen auf T_{end} bringen:

$$\alpha = (T_{\text{end}} / T_0)^{(1/N)} \quad \text{bzw. gleichwertig} \quad N = \ln(T_{\text{end}} / T_0) / \ln(\alpha)$$

N liest man nach einem Probelauf aus der Logzeile „Iterationen: N “ ab. Eine zu kleine Rate (z. B. 0,995) friert die Temperatur schon nach wenigen hundert Iterationen ein; der Rest des Laufs arbeitet dann als reines Hill Climbing.

Rechenbeispiel. $\Delta_{\text{typ}} \approx 4$ und $p_0 = 0,8$ ergeben $T_0 \approx 18$ und $T_{\text{end}} \approx 1$. Bei gemessenen $N \approx 285\,000$ Iterationen folgt $\alpha = (1/18)^{(1/285000)} \approx 0,99999$.

Hinweis. Ändern sich die Strafgewichte (also Δ), die Modellgröße oder das Zeitlimit (also N), sind T_0 und α neu zu bestimmen. Hill Climbing bricht auf einem bereits optimierten Solver-Plan meist sofort ohne Verbesserung ab (lokales Optimum der Ein-Tausch-Nachbarschaft); für die echte Verbesserung eines guten Plans ist die Large-Neighborhood-Search (LNS) die stärkste Option, weil ihr Sub-Solver Blöcke auch in leere Slots umsetzen kann.

5.7 Kurzreferenz: alle PM-Parameter

Die folgende Tabelle listet alle Beschriftungen, die in Spalte A des Sheets „PM“ erkannt werden, mit ihrem Standardwert (gilt, wenn die Zeile fehlt oder leer bleibt) und einer Kurzbeschreibung. Die Zuordnung erfolgt über einen Teilstring-Vergleich der Beschriftung (Groß-/Kleinschreibung egal); der Wert steht in Spalte B. Wirkung, Formel und die Unterscheidung zwischen angezeigter Qualität und Solver-Ziel sind in den Kapiteln 5.2–5.4 beschrieben, die NuHo-Parameter zusätzlich in Kapitel 8.

Parameter	Standard	Kurzbeschreibung
Anzahl Lösungen mit Tausch	2	Zahl der besten Lösungen mit Lehrertausch.
Anzahl Lösungen ohne Tausch	2	Zahl der besten Lösungen ohne Lehrertausch.
Fächer beliebig oft am Tag	(leer)	Fächerliste (Spalte B), die pro Klasse mehrfach am selben Tag liegen darf – Ausnahme von „Fach pro Klasse pro Tag“ (Kap. 2.10).
Fächer ohne Spätzählung	(leer)	Fächerliste, deren Einheiten nicht als späte päd. Einheit gezählt werden.
Fächer-Doppelstd. nicht am selben Tag	(leer)	Fächerliste, deren Doppelstunden je Klasse möglichst auf verschiedene Tage verteilt werden.
Fix-Relax	nein	Bei allein durch Fixierungen unlösbarem Grundlauf einmal mit tolerierten Fix-Konflikten wiederholen.
Frühgrenze Folgetag	1	Spät-Früh-Regel: bis zu dieser Stunde gilt ein Beginn am Folgetag als „zu früh“.
Gewicht freie Tage	2	Belohnung je freiem Lehrertag (nur im Solver-Ziel).

Gewicht frühe Doppel	1	Belohnung je früher Doppelstunde (Beginn vor der Spätgrenze).
Gewicht späte Doppel	5	Strafe je später Doppelstunde (Beginn ab der Spätgrenze).
Gewicht späte päd. Einheiten	5	Strafe je später pädagogischer Einheit („bad unit“).
Grenze späte LK-Stunden	2	Erlaubte späte LK-Stunden pro Tag, bevor bestraft wird.
Große Pause	(z. B. 2-3)	Pausenposition StundeVor-StundeNach; mehrfach angebbbar.
Hauptfach spät Anteil	50	Max. Prozentsatz der Hauptfach-Stunden (D,E,M,F) ab Stunde 5.
Mindestabstand Lösungen	5	Mindestzahl unterschiedlicher Blöcke zwischen zwei ausgegebenen Lösungen.
NuHo Sollwert je Zeitslot	0	Angestrebte Zahl vertretungsbereiter Lehrer je Zeitslot (Stunden 2–5).
Schwelle Std./Tag Vortag	0	Spät-Früh-Regel greift nur bei mehr als so vielen Stunden am Vortag (0 = kein Gating).
Spätgrenze Vortag	8	Spät-Früh-Regel: ab dieser Stunde gilt der Vortag als „spät“.
Strafe -2	0	Strafe je verletztem -2-Zeitwunsch (nur bei „Verbot -2 = nein“).
Strafe doppel Hohlstunde	5	Strafe je zusammenhängendem 2er-Hohlstundenblock.
Strafe dreifach Hohlstunde	5	Strafe je zusammenhängendem ≥ 3 er-Hohlstundenblock.
Strafe Fächer-Doppelstd. selber Tag	5	Strafe je zusätzlicher Doppelstunde eines gelisteten Fachs am selben Tag in derselben Klasse.
Strafe Hauptfach spät	0	Strafe je Hauptfach-Stunde über dem erlaubten Spät-Anteil.
Strafe Hohlstunde	1	Strafe je Hohlstunde über dem Freibetrag (StD: HohlStd. soll).
Strafe späte LK-Stunden	0	Strafe je LK-Stunde über der Tagesgrenze („Grenze späte LK-Stunden“).
Strafe Spät-Früh Folgetag	0	Strafe je -2-Verstoß der Spät-Früh-Regel.
Strafe Std./Tag	0	Strafe je Unterrichtstag außerhalb des StD-Bereichs „Std./Tag“.
Strafe Std.Folge	5	Strafe je Überschreitung der maximalen Stundenfolge (StD: Std.Folge).

Strafe zu wenig NuHo	0	Strafe je fehlender NuHo (Unterschreitung des Sollwerts je Zeitslot).
Verbot -2	nein	-2-Zeitwünsche als hartes Verbot statt als Strafe.
Verbot später Doppelstunden	nein	Doppelstunden, die ab der Spätgrenze beginnen, hart verbieten.
Zeitlimit Sekunden	30	Maximale Rechenzeit des Solvers pro Lauf.

i Eine Zeile mit Wert in Spalte B, deren Beschriftung zu keinem dieser Parameter passt (z. B. Tippfehler oder umbenannte Beschriftung), wird nicht übernommen; der Parameter behält seinen Standard. Solche Fälle meldet das Log als „PM ,...‘: Beschriftung nicht erkannt — Wert wurde IGNORIERT“.

6. Empfohlener Arbeitsablauf

- Excel-Datei vorbereiten: UV, Lös-Sheet (Zeitraster), PM und ggf. StD (inkl. Freie Tage) befüllen. Stammdaten bequem über Button 21 pflegen oder aus Untis (GPU004) importieren.
- Programm starten und Button 1 drücken, um die Excel-Datei zu laden.
- Optional: Zeitwünsche als .txt-Datei erstellen und mit Button 2 einlesen.
- Optional: einzelne Lehrer über die „hart“-Spalten im Sheet StD (Button 21) mit verbindlichen Regeln versehen.
- Button 10 drücken, um den Solver zu starten. Zeitlimit und Lösungsanzahl vorab in PM einstellen.
- Sheet Rank in Excel öffnen und die beste Lösung identifizieren.
- Mit Button 18 und Button 20 Klassen- und Lehrerpläne erzeugen und prüfen.
- Bei Bedarf gute Bereiche mit Button 8 fixieren und Solver erneut starten.
- Constraint-Prüfung mit Button 5 durchführen.
- Bei Schwachstellen: Plan mit Button 14 oder dem Plan-Editor (Button 11) verbessern; im Editor helfen Farbcode, Fachgruppenplan und das Anheften mehrerer Pläne beim Abgleich.
- Bearbeiteten Plan im Plan-Editor mit „Übernehmen“ sichern, dann Button 18/20 erneut ausführen.
- Fixierungen ggf. per Rechtsklick im Plan-Editor setzen oder zurücksetzen und Prozess wiederholen.
- Optional: Fertigen Plan mit Button 7 als GPU002.TXT für den Reimport nach Untis exportieren – wahlweise nur für ausgewählte Unterrichte, im gewünschten

Zeichensatz (UTF-8/ANSI) und ggf. mit dem ZZ-Lehrer-Trick. Direkt in Untis vorgenommene Änderungen mit Button 6 zurück in UV übernehmen.

7. Hinweise und Fehlerbehebung

Fehlermeldungen und ihre Bedeutung

Meldung	Ursache / Lösung
„Bitte zuerst Excel-Datei laden (Button 1)“	Es wurde noch keine Datei geladen. Zuerst Button 1 drücken.
„Keine Lösungen verfügbar“	Noch kein Solver-Lauf durchgeführt oder Sheet „Lös“ leer. Button 10 ausführen.
„Kein UNr-Plan gefunden“	Sheet „Plan“ fehlt oder ist leer. Plan mit Button 3 importieren, manuell eintragen oder Button 10 starten.
„Tabelle ‚Fix UNrn‘ nicht gefunden“	Das Sheet „Fix UNrn“ fehlt. Manuell anlegen oder aus der Vorlage kopieren.
„Spalte ‚X‘ nicht gefunden“	Pflichtspalte im Sheet UV fehlt oder ist falsch benannt. Spaltenkopf prüfen.
StD-Diagnose: „... Flag ignoriert“	Eine „hart“-Spalte ist gesetzt, aber der zugehörige Wert (HohlStd. soll bzw. Std.Folge) fehlt. Wert ergänzen oder Flag entfernen (Kapitel 2.4).
PM: „... Beschriftung nicht erkannt — Wert wurde IGNORIERT“	Eine Zeile im Sheet PM hat einen Text in Spalte A und einen Wert in Spalte B, passt aber zu keinem bekannten Parameter — meist ein Tippfehler oder eine umbenannte Beschriftung. Der Wert wird nicht übernommen, der Parameter behält seinen Standard. Schreibweise prüfen (Kapitel 5.2).

Checkliste: Fehlerursache bei Infeasibility („unlösbar“) finden

Meldet der Solver nach Button 10 Infeasibility, hilft folgende Reihenfolge. Punkt 1–2 kosten nichts (nur Lesen), danach nach Häufigkeit sortiert.

- Status genau lesen. „BEWIESEN unlösbar“ (Infeasible) ist ein echtes Datenproblem. „Zeitlimit abgelaufen – Lösbarkeit unbekannt“ (Unknown) ist kein bewiesenes Infeasible – zuerst „Zeitlimit Sekunden“ erhöhen.
- Automatische Diagnose zulassen. Nach der Rückfrage „Unlösbar – Ursache suchen?“ mit „Ja“ bestätigen. Das Programm testet dann stufenweise durch (Basis → Räume → Fach/Klasse/Tag → Doppelstunden/Pausen → Freie Tage) und nennt im Log meist die schuldige Stufe bzw. den konkreten Lehrer/die Klasse.
- Harte Regeln im Sheet StD prüfen. Eine „hart“ gestellte Hohlstunden-, Folge- oder Hohlblock-Regel kann in Kombination mit Zeitwünschen oder freien Tagen unlösbar sein. Testweise einzelne Flags entfernen (Kapitel 2.4).

- UV: Fach/Klasse leer? Jede Zeile braucht Fach und mindestens eine Klasse – leere Zellen können sich als unlösbares Modell äußern.
- Fix UNrn: Kollisionen? Sheet gegen „ChkFix“ prüfen. Zwei UNrn mit gleichem Lehrer/gleicher Klasse (ohne KKK-/A/B-Ausnahme) im selben Slot machen das Modell sofort unlösbar.
- Zeitwunsch –3 zu großzügig gesetzt? Bleiben pro Woche noch genug freie Slots für die Wochenstunden übrig (ZWL/ZWK)?
- Freie Tage (Sheet StD, Spalten „Freie Tage“/„Gewicht freie Tage“) zu streng? Ein Lehrer mit Gewicht „–3“ muss die geforderten Tage zwingend frei bekommen – zusammen mit –3-Sperren kann das die Wst nicht mehr unterbringen.
- Fachraum-Limit (Sheet FGR) zu niedrig? Existieren mehr parallele Blöcke einer Fachgruppe, als das Slot-Limit erlaubt?
- Tagesregel / „keine 3 in Folge“ verletzbar? Hohe Wst ohne passende Doppelstunden-Vorgabe kann 3 Stunden am Stück erzwingen.
- Gleiches Fach in derselben Klasse mehrfach am Tag fixiert? Max. 2 Stunden desselben Fachs pro Klasse und Tag; bei echten Ausnahmen Fach umbenennen (LI1/LI2/LI3) oder das Fach über den PM-Parameter „Fächer beliebig oft am Tag“ von der Tagesregel ausnehmen.
- Gleiches Fach/Klasse auf mehrere UNrn verteilt? Mehr solcher UNrn als Wochentage ist unlösbar – zusammenfassen oder über A/B-Wochen trennen.
- Große Pausen + „Verbot späte Doppel“ zu restriktiv? Bleiben kaum Doppelstunden-Positionen, lassen sich Blöcke mit Doppelstunden-Pflicht nicht unterbringen.
- Wochenstunden realistisch? Summe der Wst je Lehrer/Klasse darf die Zahl der Zeitslots nicht überschreiten – abzüglich –3-Sperren und Pflichtfreien-Tage.

Allgemeine Hinweise

- Die Excel-Datei darf während des Programmbetriebs nicht in Excel geöffnet sein, da sonst Schreibzugriffe fehlschlagen.
- Lehrerkürzel in UV, ZWL und StD müssen exakt übereinstimmen (Groß-/Kleinschreibung beachten).
- Klassennamen in UV und ZWK müssen exakt übereinstimmen.
- Nach dem Laden (Button 1) werden keine automatischen Neuberechnungen ausgelöst. Manuelle Änderungen außerhalb des Programms erfordern erneutes Laden.
- Das Solver-Zeitlimit gilt pro Lösungsversuch. Bei vielen Tauschpaaren kann die Gesamtlauzeit von Button 10 entsprechend länger sein.

- Die Qualitätszahl im Sheet Rank ist ein Netto-Score: größer = besser (Kapitel 5). Das interne Solver-Ziel enthält zusätzlich freie Tage, Std.-Folge und -2 (Kapitel 5.4).
- Zellen in StD und Dopp.Std. immer als Text formatieren, damit Excel keine Datumsumwandlungen vornimmt.

8. Nutzbare Hohlstunden (NuHo)

Eine nutzbare Hohlstunde (NuHo) ist eine Hohlstunde eines vertretungsbereiten Lehrers, in der er ohne Verletzung seiner Stundenfolge-Grenze für eine Vertretung eingesetzt werden könnte. Die NuHo-Auswertung zeigt also, wie gut ein fertiger Plan Vertretungsreserven über die Woche verteilt. Sie ist eine reine Auswertung im Anschluss an die Planerstellung: Sie greift NICHT in den Solver ein und fließt weder ins Solver-Ziel noch in die angezeigte Qualität (Kapitel 5) ein. Ändert man einen Plan im Editor, ändern sich auch die NuHos.

8.1 Was ist eine NuHo?

Eine Hohlstunde eines Lehrers zählt genau dann als NuHo, wenn alle drei Bedingungen erfüllt sind:

- Der Lehrer ist vertretungsbereit, hat also $V_{\text{ber}} W_{\text{std}} > 0$ (siehe 8.2). Nur solche Lehrer können überhaupt NuHos haben.
- Der leere Slot liegt in den Stunden 2 bis 5 und ist eine echte Hohlstunde, also strikt zwischen der ersten und letzten Unterrichtsstunde des Lehrers an diesem Tag (dieselbe Hohlstunden-Definition wie in Diagnose und Bewertung).
- Das Füllen der Lücke würde die Stundenfolge nicht überschreiten: Setzt man in die Lücke eine Vertretung, entstünde eine zusammenhängende Unterrichtsfolge der Länge $L + 1 + R$ (L = unmittelbar darunter, R = unmittelbar darüber liegende belegte Stunden). Die Hohlstunde ist nur nutzbar, wenn $L + 1 + R \leq \text{Std.Folge}$ ist. Ist in StD keine Std.Folge gesetzt, entfällt diese Prüfung.

! NuHos werden ausschließlich in den Stunden 2 bis 5 gezählt. Randstunden (1. Stunde und ab der 6.) bleiben außen vor, da eine Lücke dort keine echte, für eine kurzfristige Vertretung sinnvoll nutzbare Hohlstunde im Tagesverlauf ist.

8.2 Voraussetzung: Vertretungsbereitschaft ($V_{\text{ber}} W_{\text{std}}$)

Die Vertretungsbereitschaft wird über das Fach „Vber“ im Sheet UV gesteuert – „Vber“ ist also ein Fach, keine eigene Spalte. Jeder Lehrer, der in UV eine Zeile mit dem Fach „Vber“ hat, gilt als vertretungsbereit; seine $V_{\text{ber}} W_{\text{std}}$ sind die Wochenstunden (Spalte „Wst“) dieser Vber-Zeilen. Mehrere Vber-Zeilen eines Lehrers werden summiert.

- Auch ignorierte Zeilen (Ignore = i/x) zählen hier bewusst mit – die Vertretungsbereitschaft soll unabhängig davon gelten, ob die Zeile in den Solver einfließt.

- Fehlt das Fach „Vber“ ganz, bleibt Vber Wstd überall 0 und die NuHo-Auswertung ist inaktiv (alle Lehrer haben dann 0 NuHos).

Nach dem Einlesen vermerkt die StD-Diagnose im Log, bei wie vielen Lehrern das Fach „Vber“ gefunden wurde und wie viele davon Vber Wstd > 0 haben (bzw. dass „Vber“ fehlt und NuHo inaktiv ist).

8.3 Steuerung über die PM-Tabelle

Zwei Parameter im Sheet PM steuern die NuHo-Bewertung. Wie alle PM-Werte werden sie per Beschriftung in Spalte A gefunden (Groß-/Kleinschreibung egal); fehlt ein Parameter, gilt der Standardwert 0.

Parameter	Standard	Bedeutung
NuHo Sollwert je Zeitslot	0	Angestrebte Zahl vertretungsbereiter Lehrer je Zeitslot. Der Sollwert gilt für jeden Wochentag und jede der Stunden 2 bis 5 gleichermaßen.
Strafe zu wenig NuHo	0	Straf-/Bewertungshöhe pro fehlender NuHo, also pro Unterschreitung des Sollwerts in einem Zeitslot.

Je (Wochentag, Stunde 2–5) wird die Ist-Anzahl der NuHos gezählt. Die fehlenden NuHos sind die Summe über alle diese Zeitslots von $\max(0, \text{Sollwert} - \text{Ist})$; die Strafe ist fehlende NuHos $\times$ Strafe zu wenig NuHo. Stehen beide Parameter auf 0, meldet die Auswertung nur die vorhandene Reserve, ohne Unterschreitungen zu bewerten.

■ Die NuHo-Strafe ist eine reine Auswertungsgröße. Sie erscheint in der NuHo-Tabelle und als eigene Rank-Spalte, verändert aber die vom Solver optimierte Qualität nicht (vgl. den Unterschied Solver-Ziel $\leftrightarrow$ angezeigte Qualität in Kapitel 5.4). Wer NuHos aktiv verbessern will, tut das über den Plan-Editor bzw. über die übrigen Zielgewichte.

8.4 Ausgaben

Am Ende jeder Planerstellung erzeugt das Programm für die ausgegebenen Lösungen automatisch mehrere NuHo-Ausgaben:

Ausgabe	Inhalt
Sheet „NuHo“	Lehrer $\times$ Lösungen. Je Lösung drei Spalten: Vber Wstd, NuHo Wstd (Zahl nutzbarer Hohlstunden) und Std.Folge. Aufgeführt werden nur Lehrer mit Vber Wstd > 0. Grün = mindestens eine NuHo, rosa = vertretungsbereit, aber 0 NuHos. Unter den Lehrerzeilen je Lösung: Summe NuHo Wstd, Sollwert/Zeitslot, fehlende NuHos und Strafe zu wenig NuHo.
Sheets „NuHoKP_<Label>“	Ein NuHo-Klassenplan je Lösung: Raster Wochentag $\times$ Stunde. In den Stunden 2 bis 5 steht je Zelle die Zahl Ist/Soll und darunter die Lehrer, die dort eine NuHo haben (also für eine Vertretung verfügbar wären). Rot = Sollwert unterschritten, grün = erfüllt; Stunden außerhalb 2–5 sind neutral grau.

Ausgabe	Inhalt
Rank-Spalte „zu wenig NuHos“	Im Sheet „Rank“ führt eine eigene Spalte je Lösung die Gesamtzahl der Unterschreitungen (fehlende NuHos), sodass sich Lösungen auch nach ihrer Vertretungsreserve vergleichen lassen.
Log-Zeilen	Nach der Auswertung nennt das Log je Lösung eine Zeile „[Label] fehlende NuHos: N“, passend zur Lösungsliste.
i Die NuHo-Auswertung ist robust gegen einzelne fehlerhafte Lösungen: Schlägt sie bei einer Lösung fehl, wird das im Log vermerkt und die Planerstellung normal fortgesetzt.	

8.5 Anzeige im Plan-Editor

Auch beim manuellen Bearbeiten lässt sich die Vertretungsreserve prüfen: Ein Rechtsklick auf einen Block bietet für jeden beteiligten Lehrer den Eintrag „NuHos von <Lehrer> anzeigen“. Das geöffnete Fenster zeigt Vber Wstd, die NuHo Wstd und – sofern vorhanden – die konkreten NuHo-Zeitpunkte (Wochentag und Stunde). Ist der Lehrer nicht vertretungsbereit (Vber Wstd = 0) oder hat er keine nutzbare Hohlstunde, wird das entsprechend gemeldet. So sieht man unmittelbar, wie sich ein Verschieben oder Tauschen auf die NuHos auswirkt.

9. Glossar

Begriff	Erklärung
UNr	Unterrichtsnummer – eindeutige ID für einen Unterrichtsblock.
Block	Gruppe von Zeilen mit gleicher UNr (z. B. Parallel- oder Teilungsunterricht).
Slot	Ein konkreter Zeitpunkt im Stundenplan (Wochentag + Stundenummer).
Doppelstunde	Zwei aufeinanderfolgende Stunden desselben Blocks am selben Tag.
Hohlstunde	Lücke im Lehrerplan – der Lehrer ist anwesend, hat aber keine Unterrichtsstunde.
NuHo	Nutzbare Hohlstunde – Hohlstunde eines vertretungsbereiten Lehrers in den Stunden 2–5, in der er ohne Überschreiten der Std.Folge für eine Vertretung einsetzbar wäre (Kapitel 8).
Vber Wstd	Vertretungsbereitschaft in Wochenstunden. Ergibt sich aus dem Fach „Vber“ in UV (Summe der Wst der Vber-Zeilen, auch ignorierte). Nur Lehrer mit Vber Wstd > 0 können NuHos haben.
Harte Regel	Im Sheet StD per „hart“-Spalte verbindlich gemachte Vorgabe (Hohlstunden, Std.Folge, Std./Tag, Doppel-/Dreifach-Hohlstunden). Wirkt als Constraint statt als Strafe (Kapitel 2.4).
Fix UNrn	Zeitslots, die für bestimmte UNrn als unveränderlich vorgegeben sind.

Begriff	Erklärung
Fix (X)	UV-Spalte, die eine ganze UNr als fixiert kennzeichnet (Anzeige/GPU-Export). Wird u. a. per Rechtsklick im Plan-Editor gesetzt; die slotgenaue Fixierung steht in „Fix UNrn“.
Tauschgruppe	Alle UNr-Teile mit gleicher LTKZ-Zahl; ihre Lehrer können paarweise Unterricht übernehmen. Siehe LTKZ.
LTKZ	Lehrertauschkennzeichen in der UV-Spalte LTKZ. Zahl+Buchstabe; gleiche Zahl = Tauschgruppe, verschiedene Buchstaben = austauschbare Rollen. Grundlage der Tausch-Optimierung (Button 10/14).
Farben	Sheet mit dem Farbcode je Klasse/Fach für den Plan-Editor (Kapitel 2.5).
Farbcode	Einfärbung der Kästchen im Plan-Editor nach Klasse oder Fach; rein optisch, im Sheet „Farben“ gespeichert.
Fachgruppenplan	Reine Ansicht im Plan-Editor: zeigt je Slot alle Blöcke einer Fachgruppe (Sheet FGR) samt Raum-Auslastung.
Angeheftete Pläne	Zusätzliche Lehrer-/Klassen-/Fachgruppen-Kacheln im Plan-Editor, die parallel angezeigt werden und untereinander Drag & Drop erlauben.
ZWL / ZWK	Zeitwunsch-Tabellen für Lehrer bzw. Klassen (Sheet-Kurznamen).
GPU001	Untis-Zeitraster-Export eines fertigen Plans. Von Button 3 gelesen und ins Sheet „Plan“ übertragen.
GPU002	Untis-Format für die Unterrichtsverteilung. Von Button 7 (Export) bzw. Button 6 (Import) gelesen/geschrieben. Zeichensatz beim Import wählbar (auto/UTF-8/ANSI), beim Export wählbar (UTF-8 ohne/mit BOM, ANSI); der Export erlaubt zudem die Auswahl bestimmter U-Nrn.
GPU004	Untis-Format für Lehrer-Stammdaten. Wird vom Stammdaten-Dialog (Button 21) importiert.
GPU016	Untis-Format für Zeitwünsche. Von Button 2 und vom ZZ-Lehrer-Trick (Button 7) erzeugt.
ZZ-Lehrer	Dummy-Lehrer aus dem ZZ-Lehrer-Trick (Button 7): fixiert eine UNr per –3-Sperre in einer GPU016-Datei, damit sie beim Reimport nach Untis nicht neu verplant wird.
Plan	Sheet mit dem manuell gepflegten oder als „best“ markierten UNr-Plan.
Qualität	Netto-Score aus dem Solver (frühe Doppel positiv, übrige Terme als Strafe) – größer ist besser. Formel siehe Kapitel 5.
Rank	Sheet mit allen Lösungen, nach Qualität sortiert.
ZeilenText-2	Optionale zweite Beschriftungsspalte in UV. Steuert die Kurskennung (LK01/LK02) für die Farbmarkierung in Klassenplänen.

Begriff	Erklärung
Freie Tage	Zusätzliche freie Lehrertage, im Sheet StD über die Spalten „Freie Tage“ (Anzahl) und „Gewicht freie Tage“ (–3 zwingend / –2 Wunsch) festgelegt. Die frühere separate Tabelle „FT“ entfällt.
ChkFix	Sheet „Checkup FixUNrn“ – automatische Prüfung fixierter UNrn vor dem Solver.
Dstd-F	Sheet mit der Detailliste aller Lehrer/UNr-Kombinationen mit abweichender Doppelstundenzahl.
Plan-Editor	Grafischer Dialog zur manuellen Bearbeitung einer Lösung per Drag & Drop.
Tauschkette	Geordnete Liste von Blöcken, die im Ring ihre Zeitslots tauschen (2er bis 4er).
Parkbereich	Bereich im Plan-Editor für noch nicht oder nicht vollständig verplante UNrn.
Päd. Einheit	Alle Blöcke mit gleicher Klasse und gleichem Fach – Grundlage für Hervorhebung und Rotmarkierung.
Verschiebung mit Ausweich	Aktion im Plan-Editor: Block A wird auf einen besetzten Slot verschoben; der Hindernis-Block weicht per Tausch aus (bei Bedarf mehrstufig, klassenübergreifend).
UV-Fenster	Rein lesendes Zusatzfenster im Plan-Editor („UV anzeigen“), zeigt die Rohdaten des Sheets UV gefiltert nach Lehrer/Klasse.
Live-Ordner	Unterordner „...live...“ neben der Excel-Datei mit periodischen Zwischenständen während eines Solverlaufs (Kapitel 4c).
Ausnahmen ZWK	Sheet, das die harte Klassen-Zeitwunschsperre (–3) je Fach und Klasse abschaltet: Spalte A = Fach, Spalte B = Klassen; block-weit je UNr (Kapitel 2.6a).
Fächer beliebig oft am Tag	PM-Parameter mit Fächerliste, deren Fächer pro Klasse mehrfach am selben Tag liegen dürfen; von der Regel „Fach pro Klasse pro Tag“ ausgenommen (Kapitel 5.2).

Stundenplan V35 – Benutzerhandbuch Seite von