Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Haushalts

# ISBO
# Informationssystem zur Bestimmung einer optimalen Ernährung

**Susanne Gerhard**

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktors der Haushalts- und Ernährungswissenschaften (Dr. oec. troph.)**

genehmigten Dissertation.

| | |
|---|---|
| Vorsitzender: | Univ.-Prof. Dr. U. Enneking |
| Prüfer der Dissertation: | |
| | 1. Univ.-Prof. Dr. G. Karg, Ph. D. Iowa State Univ. Ames/USA |
| | 2. Univ.-Prof. Dr. G. Wolfram, em. |

Die Dissertation wurde am 09.08.2005 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 06.10.2005 angenommen.

# Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand am Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Haushalts der Technischen Universität München-Weihenstephan. Sie wurde durch ein Stipendium der Hanns-Seidel-Stiftung gefördert, wofür ich mich an dieser Stelle bedanken möchte.

Herrn Prof. Dr. Georg Karg danke ich besonders für die Überlassung des Dissertationsthemas, für die engagierte fachliche Betreuung der Arbeit und vor allem für seine Geduld.
Des weiteren danke ich
Herrn Prof. Dr. Günther Wolfram für die Übernahme des Zweitgutachtens,
Herrn Prof. Dr. Ulrich Enneking für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission,
Frau Prof. Dr. Margot Steinel für die Initiierung der Dissertation und für die vielen hilfreichen Erläuterungen und Tips,
Herrn Prof. Dr. Kurt Gedrich für die entgegengebrachte Unterstützung und die vielen Anregungen,
meinen Eltern für die persönliche Anteilnahme an meiner Arbeit
und nicht zuletzt meinem Mann Matthias und meinen Kindern David und Sarah für die unermüdliche Hilfe und Aufmunterung.

Susanne Gerhard

**1 Einleitung 1**

**2 Definitionen 4**

*2.1 Grundbegriffe 4*

*2.2 Kosten und Nutzen der Ernährung 5*

*2.3 Optimale Ernährung 6*

*2.4 Informationssystem 7*

**3 Ernährungsplanung in der Literatur und in EDV-Programmen 8**

*3.1 Literaturüberblick 8*

3.1.1 Modelle mit variablen Lebensmittelmengen 8

3.1.2 Speisenartenmodelle 10

3.1.3 Speisenmengenmodelle 11

3.1.4 Speisenarten- und Speisenmengenmodelle 11

*3.2 Computerprogramme zur Planung der Ernährung 12*

3.2.1 Computerprogramme zur Speiseplanerstellung ohne Optimierung 13

3.2.2 Computerprogramme zur Speiseplanerstellung mit Hilfe der Optimierung 16

**4 Modell 20**

*4.1 Reales Entscheidungsproblem 20*

*4.2 Formales Entscheidungsproblem 21*

4.2.1 Allgemeine Formulierung des Modells 22

4.2.2 Modellvariablen: Speisenarten und -mengen 22

4.2.3 Nebenbedingungen zur Deckung des Nährstoffbedarfs und zur Berücksichtigung der Verzehrsgewohnheiten 24

4.2.3.1 Nährstoffbedarfe 24

4.2.3.2 Verzehrsgewohnheiten 26

a) Mahlzeiten- und Menüstruktur 27

b) Häufigkeiten einzelner Speisen 28

c) Häufigkeiten von Speisengruppen 29

d) Kombination von Speisen 30
e) Mengenbegrenzung für Speisen und Getränke 32
4.2.4 Zielfunktionen 35
4.2.4.1 Lebensmittelkosten 35
4.2.4.2 Arbeitskosten 36
*4.3 Umsetzung des Modells in ein Optimierungs-Tableau* *37*
**5 Daten** **39**
*5.1 Benutzerunabhängige Daten* *39*
5.1.1 Primärdaten 39
5.1.1.1 Nährstoffzufuhrempfehlungen 39
5.1.1.2 Nährstoffgehalte von Lebensmitteln 40
5.1.1.3 Verzehrbarer Anteile von Lebensmitteln 41
5.1.1.4 Lebensmittelpreise 42
5.1.1.5 Rezepte von Speisen 43
5.1.1.6 Arbeitszeiten für die Zubereitung von Speisen 44
5.1.1.7 Zuordnung von Speisen zu Speisengruppen 45
5.1.2 Sekundärdaten 46
5.1.2.1 Nährstoffgehalte von Speisen 47
5.1.2.2 Lebensmittelkosten von Speisen 47
*5.2 Benutzerabhängige Daten* *47*
5.2.1 Personendaten 47
5.2.2 Planungszeitraum 48
5.2.3 Mahlzeiten- und Menüstruktur 48
**6 Methode** **50**
*6.1 Lineare gemischt-ganzzahlige Optimierung* *50*
6.1.1 Simplex-Methode 51
6.1.2 Branch-and-Bound-Methode 51
*6.2 Computereinsatz* *52*
6.2.1 MS-ACCESS 54
6.2.1.1 Dateninput 55
6.2.1.2 Datenverarbeitung 56

6.2.1.3 Datenoutput 57
6.2.2 What´s Best! / MS-EXCEL 58

**7 Exemplarische Anwendung von ISBO 59**

*7.1 Speiseplan des privaten Haushalts 59*
7.1.1 Dateneingabe des privaten Haushalts 59
7.1.2 Ergebnisse 60

*7.2 Variationen benutzerabhängiger Daten 62*
7.2.1 Zielsetzung: Minimierung der Arbeitskosten 62
7.2.2 Geänderte Verzehrsgewohnheiten 64
7.2.2.1 Speiseplan für einen Tag 64
7.2.2.2 Speiseplan mit fleischlosen Speisen 65
7.2.2.3 Speiseplan mit drei Mahlzeiten pro Tag 66
7.2.3 Geänderte Personenanzahl 67
7.2.3.1 Speiseplan für Vater und Mutter 68
7.2.3.2 Speiseplan für die Kinder 69

**8 Diskussion 71**

*8.1 Modell 71*
8.1.1 Auswahl des Modells 71
8.1.2 Unterschiede zum STEINEL-Modell 72
8.1.2.1 Kombination von Speisen 72
8.1.2.2 Ober- und Untergrenzen der Speisenmengen 72
8.1.2.3 Berücksichtigte Nährstoffe 73
8.1.3 Modellgröße 74

*8.2 Daten 75*
8.2.1 Nährstoffzufuhrempfehlungen 75
8.2.2 Lebensmittelpreise 77
8.2.3 Arbeitszeiten 78

*8.3 Methode 78*

*8.4 Ergebnisse 79*
8.4.1 Lebensmittelkosten und Arbeitskosten 79
8.4.2 Speisen 84

8.4.3 Speisepläne 85
8.4.3.1 Nährstoff-Ebene 85
8.4.3.2 Lebensmittel-Ebene 89
*8.5 Unterschiede von ISBO zu bereits bestehenden Computerprogrammen 92*
**9 Zusammenfassung und Ausblick 94**
Literaturverzeichnis 96
Anhang
Anhang 1: Daten und Tableau 102
Anhang 2: Ergebnisse der Berechnungen mit ISBO 120
Anhang 3: Bildschirmmasken von ISBO 182

**Tabellenverzeichnis**


| | | |
|---|---|---|
| Tabelle 1: | Übersicht der Computerprogramme zur Speiseplan-erstellung ohne Optimierung | 14 |
| Tabelle 2: | Übersicht der Computerprogramme zur Speiseplan-erstellung mit Hilfe der Optimierung | 17 |
| Tabelle 3: | Berechnungswerte für den Grundumsatz (entnommen von HARRIS/BENEDICT, 1919) | 25 |
| Tabelle 4: | Prozentuale Mahlzeitenverteilung Mzg bei einem Speise-plan mit drei Mahlzeiten pro Tag, ohne Vor- und Nach-speise | 34 |
| Tabelle 5: | Berücksichtigte Nährstoffe | 40 |
| Tabelle 6: | Codierung von Speisen | 46 |
| Tabelle 7: | Merkmale der Haushaltsmitglieder | 59 |
| Tabelle 8: | Minimale Lebensmittel- und Arbeitskosten der Beispiel-Speisepläne | 80 |

*Anhang 1: Daten und Tableau* *102*

| | | |
|---|---|---|
| Tabelle A1: | Verwendete Nährstoffdaten (entnommen aus der DGE) | 103 |
| Tabelle A2: | Arbeitsumsatz bei unterschiedlicher körperlicher Tätigkeit | 104 |
| Tabelle A3: | Übersicht der Speisen | 104 |
| Tabelle A4: | Codierschema | 118 |
| Tabelle A5: | Zu berechnendes Tableau des Vergleichsspeiseplans | 119 |

*Anhang 2: Ergebnisse der Berechnungen mit ISBO* *120*

| | | |
|---|---|---|
| Tabelle A1: | Speiseplan für 4 Personen ohne Einschränkungen (Vergleichsspeiseplan) | 121 |
| Tabelle A2: | Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ | 127 |
| Tabelle A3: | Speiseplan für 4 Personen und einen Tag mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ | 134 |
| Tabelle A4: | Fleischloser Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ | 136 |

Tabelle A5: Speiseplan für 4 Personen mit 3 Mahlzeiten und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ 142
Tabelle A6: Speiseplan für Vater und Mutter mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ 147
Tabelle A7: Speiseplan für die Kinder mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ 153

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Überblick über die verwendeten Computerprogramme und deren Verknüpfungen 53

*Anhang 2: Ergebnisse der Berechnungen von ISBO* *120*
Abbildung A1: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Vergleichsspeiseplans für Sabine 158
Abbildung A2: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Vergleichsspeiseplans für Klaus 159
Abbildung A3: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Vergleichsspeiseplans für Nina 160
Abbildung A4: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Vergleichsspeiseplans für Lukas 161
Abbildung A5: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ für Sabine 162
Abbildung A6: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ für Klaus 163
Abbildung A7: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ für Nina 164
Abbildung A8: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ für Lukas 165
Abbildung A9: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für einen Tag mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Sabine 166
Abbildung A10: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für einen Tag mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Klaus 167

Abbildung A11: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für einen Tag mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Nina 168
Abbildung A12: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für einen Tag mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Lukas 169
Abbildung A13: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des fleischlosen Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Sabine 170
Abbildung A14: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des fleischlosen Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Klaus 171
Abbildung A15: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des fleischlosen Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Nina 172
Abbildung A16: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des fleischlosen Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Lukas 173
Abbildung A17: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit 3 Mahlzeiten pro Tag und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Sabine 174
Abbildung A18: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit 3 Mahlzeiten pro Tag und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Klaus 175
Abbildung A19: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit 3 Mahlzeiten pro Tag und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Nina 176
Abbildung A20: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit 3 Mahlzeiten pro Tag und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Lukas 177
Abbildung A21: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für die Eltern mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Sabine 178
Abbildung A22: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für die Eltern mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Klaus 179

Abbildung A23: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für die Kinder mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Nina 180
Abbildung A24: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für die Kinder mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Lukas 181

**Formularverzeichnis**

*Anhang 3: Bildschirmmasken von ISBO* *182*

Formular A1: Titelformular des Informationssystems 183
Formular A2: Einleitung 184
Formular A3: Bedienungsanleitung 185
Formular A4: Dateneingabe eines privaten Haushaltes 186
Formular A5: Informationen zur körperlichen Tätigkeit 187
Formular A6: Eingabe von Krankheiten 188
Formular A7: Anzeige des berechneten BMIs 189
Formular A8: Angaben über Verzehrsgewohnheiten 190
Formular A9: Angaben über unerwünschte Lebensmittel 191
Formular A10: Optionale Eingabe der Lebensmittelpreise 192
Formular A11: Auswahl der Zielfunktion 193
Formular A12: Berechneter Speiseplan 194
Formular A13: Ansicht eines Rezeptes 195
Formular A14: Einkaufsliste 196
Formular A15: Nährstoffdiagramm 197

**Abkürzungsverzeichnis**

| | |
|---|---|
| AID | Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e.V. |
| BMELF | Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten |
| BLS | Bundeslebensmittelschlüssel |
| CAMP | Computer Assisted Menu Planning |
| DGE | Deutsche Gesellschaft für Ernährung |
| ISBO | Informationssystem zur Bestimmung einer optimalen Ernährung |
| IÖS | Institut für Ernährungsökonomie und –soziologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung |
| (K) | Konserve |
| KTBL | Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft |
| LMBG | Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz |
| RDA | Recommended Dietary Allowances |
| SFK | Souci/Fachmann/Kraut |
| (TK) | Tiefkühlprodukt |
| (TP) | Trockenprodukt |

# 1 Einleitung

Die Nahrungsaufnahme ist eines der Grundbedürfnisse des Menschen, das er täglich befriedigen muss. Dabei dient die Nahrung nicht nur zur Sättigung, sondern sie hat neben der Zufuhr von Energie und Nährstoffen auch noch weitere Aspekte. So verbindet man z.B. mit einem vier Gänge Menü einen kulinarischen Genuss. Essen mit Freunden vermittelt Geselligkeit und Gemütlichkeit. Nicht umsonst werden große Feste meist mit gutem Essen gefeiert.

Wie die Ernährung aussieht, wird in der Praxis vor allem durch persönliche Vorlieben und den Preis der ausgewählten Speisen beeinflußt. Resultat davon ist, dass die Ernährung in Deutschland immer noch zu süß, zu fett und zu reichhaltig ist. Auf Dauer kann aber eine falsche Ernährung zu verschiedenen Krankheiten führen. So werden die Folgekosten ernährungsbedingter Erkrankungen in der Bundesrepublik Deutschland auf rund 51 Milliarden € pro Jahr berechnet. (RUMMEL, 2001). Hier könnte durch eine Verbesserung der Ernährung eine Kostensenkung erreicht werden.

Da die Ernährung hauptsächlich im privaten Haushalt stattfindet, sollte hier eine Hilfestellung ansetzen. Oft besteht aber eine Diskrepanz zwischen Ernährungswissen der privaten Haushalte und der Umsetzung in die alltägliche Ernährung. So wissen z. B. zwar sehr viele Verbraucher, dass man viele Vitamine, Obst und Gemüse essen sollte, aber wie sie diese allgemeinen Ratschläge dann tatsächlich in ihrem Alltag umsetzen können, ist vielen unklar. (HUNT, 2000)

Für diese Umsetzung können Rezepte und Speisepläne hilfreich sein. Damit die vorgeschlagenen Speisepläne aber von dem privaten Haushalt akzeptiert werden, müssen diese die individuelle Situation der Haushaltsmitglieder beachten.

Für eine solche Speiseplanerstellung muss eine sehr große Anzahl von Daten berücksichtigt werden, was eine Computerunterstützung sinnvoll macht. Für die erfolgreiche Anwendung ist dabei die steigende Ausstattung der privaten Haushalte mit PCs hilfreich. So zeigte sich im Jahr 2000, dass 50 % der privaten Haushalte einen PC besitzen, was eine Steigerung von 15 % in zwei Jahren ausmachte. (CHIP, 2000)

Neben der großen Rechenkapazität weist der Computer einen weiteren Vorteil auf. Gerade im privaten Haushalt stellt der PC eine häufig genutzte Möglichkeit zur Freizeitgestaltung dar. Der spielerische Umgang kann eine Alternative zu den herkömm

lichen Methoden der Wissensvermittlung sein, die meist nur in Wort und Schrift trokkene Fakten liefern. (LEHMANN, 1997) Auch das BMELF forderte neue Wege zur Ernährungsaufklärung und empfahl eine stärkere Nutzung elektronischer Medien. (BMELF, 1998) Multimediale Präsentationen könnten hier teilweise Abhilfe schaffen und zeigen, dass Lernen auch Spaß machen kann. (LEHMANN, 1998)

Gerade dieser Aspekt wurde oft bei den bereits bestehenden Computerprogrammen im Bereich Ernährung vernachlässigt. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass häufig Beliebtheit, Preise und Arbeitszeiten bei der Speiseplanerstellung nicht berücksichtigt werden, obwohl gerade diese Aspekte für die Entscheidung eines privaten Haushaltes für oder gegen eine bestimmte Speise von übergeordneter Bedeutung sind. (RUMMEL, 2001)

Um das Problem der Speiseplanerstellung zu lösen, wurden verschiedene Modelle entwickelt. Dabei eignen sich die bisher in der Literatur aufgezeigten Modelle (BAUR, 1981; STEINEL, 1992) zur Darstellung impliziter Speisepläne. Ein impliziter Speiseplan gibt an, welche Speisen nach Art und Menge innerhalb eines Planungszeitraumes gegessen werden. Bevor dieser implizite Speiseplan vom Haushalt realisiert werden kann, muss er in einen expliziten Speiseplan überführt werden. Ein expliziter Speiseplan gibt an, welche Speisen in welcher Menge zu welcher Mahlzeit innerhalb eines Planungszeitraums gegessen werden. In der vorliegenden Arbeit werden die Modelle um diesen Schritt erweitert.

Außerdem haben die bisherigen Berechnungen mit den beschriebenen Modellen Fallstudiencharakter. Eine Anwendung auf individuelle Beratungssituationen von privaten Haushalten ist nicht bekannt. Dies liegt überwiegend daran, dass die Modelle nicht in anwendungsfreundliche Computerprogramme implementiert wurden.

Das Ziel dieser Arbeit war es deshalb, ein Informationssystem zu entwickeln, das unter Berücksichtigung individueller Daten privater Haushalte (personelle Zusammensetzung, Energie- und Nährstoffbedarfe, Krankheiten, Verzehrsgewohnheiten) optimale Speisepläne bestimmt. Das Informationssystem ist so aufgebaut, dass es sowohl Ernährungsberater als auch private Haushalte anwenden können. Es soll aber keinen Ersatz für ärztliche oder Ernährungsberatung darstellen, sondern zur Ergänzung und Unterstützung dienen.

Ebenso war es nicht das Ziel, ein serienreifes Produkt zu entwickeln. Vielmehr sollte ein möglicher Weg beschrieben werden, um die Frage zu klären, ob mit verfügbarer

Software ein modulares Anwendungsprogramm für den privaten Haushalt geschaffen werden kann, das auf der Grundlage wissenschaftlicher Methoden ein Front-End-System zur Bestimmung einer optimalen Ernährung liefert.

Die Arbeit ist folgendermaßen aufgebaut:

Im folgenden Kapitel 2 werden die relevanten Grundbegriffe, Kosten und Nutzen der Ernährung, das verwendete Informationssystem und optimale Ernährung definiert. Im folgenden Kapitel 3 wird eine Übersicht über die bereits entwickelten Modelle und Computerprogramme zur Planung der Ernährung mit und ohne Optimierung gegeben. Im Kapitel 4 wird das Modell für variable Speisenarten und variable Speisenmengen mit den entsprechenden Gleichungen und Ungleichungen formuliert..Die für das Informationssystem benötigten Daten werden im Kapitel 5 erläutert. Als Lösungsmethode wird die lineare gemischt-ganzzahlige Optimierung angewandt, was in Kapitel 6 aufgezeigt wird. In diesem Kapitel wird auch die Umsetzung als Computerprogramm für den PC erklärt. Im Kapitel 7 wird die Anwendung des entwickelten Informationssystems an einem Beispiel eines privaten Haushaltes verdeutlicht. Anschließend werden im Kapitel 8 das der Arbeit zu Grunde liegende Modell sowie die verwendeten Daten und Ergebnisse diskutiert. Im Kapitel 9 werden eine Zusammenfassung der Arbeit und ein Ausblick auf mögliche Anwendungen gegeben.

## 2 Definitionen

In diesem Kapitel werden die für die vorliegende Arbeit relevanten Begriffe der Ernährung definiert. Anschließend werden die Kosten und der Nutzen der Ernährung und die Optimalität der Ernährung erläutert. Den Schluss bildet die Erklärung des Aufbaus eines Informationssystems.

### 2.1 Grundbegriffe

Nachfolgend werden einige Begriffe definiert, die umgangssprachlich unterschiedlich belegt sind (überwiegend entnommen aus: Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft e. V., S. 44, 1984).

*Lebensmittel*: sind nach dem „Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz“ (LMBG) Stoffe, die dazu bestimmt sind, in unverändertem, zubereitetem oder verarbeitetem Zustand von Menschen verzehrt zu werden zum Zwecke der Ernährung oder des Genusses. Verzehren ist hier das Essen, Kauen, Trinken sowie jede sonstige Zufuhr von Stoffen in den Magen.

*Speisen*: sind verzehrsfertige, rohe, gegarte oder anders zubereitete Lebensmittel.

*Getränke*: sind rohe, gegarte oder anders zubereitete Lebensmittel, die zum Trinken bestimmt sind.

*Gericht*: ist die Zusammenstellung verschiedenartiger, sich ergänzender Speisen in getrennter oder gemischter Form.

*Hauptgericht*: ist ein Gericht, das bei einem Menü mengenmäßig überwiegt und den Charakter der Speisenfolge bestimmt.

*Menü*: ist die Zusammenstellung von Speisen bzw. Gerichten (z. B. Vorgericht, Hauptgericht, Nachgericht), die in einer aufeinander abgestimmten Reihenfolge zu einer Mahlzeit verzehrt werden.

*Mahlzeit*: ist die Zeit, zu der ein Menü eingenommen wird.

*Speiseplan*: ist die Auflistung der Art und Menge der Speisen bzw. Menüs, die zu den Mahlzeiten in einem Planungszeitraum verzehrt werden.

Folgende Begriffe sind aus MÜHLEIB (1990) entnommen.

*Konventionelle Rezepte:* entsprechen den üblichen Verzehrsgewohnheiten der deutschen Bevölkerung

*Alternative Rezepte:* weisen folgende Merkmale auf:

Bevorzugung von Vollkorngetreide und daraus hergestellter Produkte

- Einschränkung oder vollkommener Verzicht auf Fleisch- bzw. Fleischprodukte
- Verzicht auf „industriell“ hergestellte oder Zusatzstoff enthaltende Lebensmittel.

## 2.2 Kosten und Nutzen der Ernährung

Die Ernährung des Menschen im privaten Haushalt verursacht unerwünschte **Kosten** und erwünschten **Nutzen**.

Die **Kosten** der Ernährung bestehen aus allen Gütern und Dienstleistungen, die für die Ernährung ge- und verbraucht werden. Dazu zählen direkte Kosten für Lebensmittel, Arbeitszeit, Energie, Geräteanschaffung und -abschreibung, die der private Haushalt selbst tragen muss. Darüber hinaus gibt es indirekte Kosten, die durch den Ge- und Verbrauch von Wasser, Luft und Boden entstehen. Diese Kosten werden nicht vom privaten Haushalt, sondern von der Allgemeinheit getragen. In der vorliegenden Arbeit werden nur die direkten Lebensmittel- und Arbeitskosten berücksichtigt, alle übrigen Kostenarten (kalkulatorische Abschreibungen, Energie- und Instandhaltungskosten) sind zum größten Teil oder vollständig fix. Sie sind von der Art und Menge der Speisen unabhängig und können deshalb für die Problemstellung vernachlässigt werden. (WEISS, 1976)

Der **Nutzen** der Ernährung besteht aus zwei Komponenten, dem subjektiven und dem objektiven Nutzen.

Der subjektive Nutzen zeigt die Vorlieben und Abneigungen der Haushaltsmitglieder gegenüber verschiedenen Speisen. Diese Komponente spiegelt die Verzehrgewohn

heiten des privaten Haushaltes und somit auch die Akzeptanz der Ernährung wider. Der subjektive Nutzen wird vom Anwender vorgegeben.

Der objektive Nutzen zeigt den tatsächlichen Nährstoffgehalt der Speisen an. Er gibt an, wie der objektive Bedarf an Energie und Nährstoffen gedeckt werden kann. (STEINEL, 1992)

## 2.3 Optimale Ernährung

Es gibt keine allgemein gültige Bedeutung von einer „optimalen“ Ernährung. (GEDRICH et al., 1999) Je nach Betrachtungsweise gibt es unterschiedliche Definitionen für Optimalität.

STRAIN (1999) definiert eine optimale Ernährung aus biochemischer Sicht, wobei die Nährstoffbedarfe am besten gedeckt werden. In Zukunft werde die Ernährung auf der Basis ganz persönlicher Daten erstellt. Metabolische und genetische Charakteristika würden dabei berücksichtigt werden.

Eine weitere Betrachtungsweise zeigt WIRSAM (1994). Er geht davon aus, dass die optimale Ernährung möglichst nah an den bereits bestehenden Ernährungsgewohnheiten liegt und die Speisenauswahl möglichst wenig verändert werden sollte.

Eine optimale Ernährung in der vorliegenden Arbeit ist wie bei STEINEL (1992) dadurch gekennzeichnet, dass sie kostenminimal, bedarfsgerecht und akzeptabel ist. Die Ernährung wird so zusammengestellt, dass entweder die Lebensmittelkosten oder die Arbeitskosten minimiert werden.

Gleichzeitig müssen bei der Gestaltung der Ernährung weitere Bedingungen berücksichtigt werden: Die Speisen müssen derart ausgewählt werden, dass die Nährstoffgehalte der Speisen die Nährstoffbedarfe der Haushaltsmitglieder decken. Die Akzeptanz eines Speiseplans gewährleistet die tatsächliche Umsetzung in den Alltag. Nachhaltige Erfolge können nur erzielt werden, wenn die Verzehrsgewohnheiten der Haushaltsmitglieder, wie Vorlieben und Abneigungen gegenüber bestimmten Lebensmitteln und/oder Speisen berücksichtigt werden. (ARNEY/TIDDY, 1992)

## 2.4 Informationssystem

Ein Informationssystem gliedert sich in Modell-, Daten- und Methodenbank. (SCHEER, 1990)

Für die Entwicklung eines Informationssystems muss ein Modell zugrunde gelegt werden. Ein Modell bildet die Wirklichkeit ab, wobei gewisse Vereinfachungen getroffen werden. Modelle können auch aus mathematischen Gleichungen aufgebaut sein. (DAENZER, 1978/79) Das zugrundeliegende Modell wird in der Modellbank des Informationssystems gespeichert.

Um nun Berechnungen durchführen zu können, werden Daten benötigt, die in der Datenbank des Informationssystems gespeichert sind. Daneben sind individuelle Daten der einzelnen Haushaltsmitglieder von Bedeutung, die in die Datenbank aufgenommen und weiterverarbeitet werden.

In der Methodenbank des Informationssystems sind dann die benötigten Lösungsmethoden gespeichert, die für die weitere Verarbeitung und Erstellung der Speisepläne zuständig sind.

Da im vorliegenden Fall eine große Zahl an Daten berücksichtigt werden muss, ist das Informationssystem in ein Computerprogramm implementiert worden. Es soll im Bereich Ernährung die Planung und Entscheidungen erleichtern. Diese Vorgänge sind, gerade ohne Computer, sehr zeitaufwendig. (GREGOIRE/NETTLES, 1994) Die dabei eingesparte Zeit kann dann in anderen Bereichen genutzt werden.

# 3 Ernährungsplanung in der Literatur und in EDV-Programmen

Im folgenden Kapitel wird ein Überblick über die wissenschaftliche Literatur von verschiedenen Modellen zur Speiseplanerstellung gegeben.

Im Bereich Ernährung stehen eine Vielzahl von Computerprogrammen zur Verfügung. Zusätzlich werden auch diverse „Ernährungsprogramme“ über das Internet angeboten. Im Anschluss werden nur einige ausgewählte Softwareprogramme dargestellt, die ähnliche Aspekte wie das in dieser Arbeit beschriebene Informationssystem beleuchten.

## 3.1 Literaturüberblick

In der Literatur werden unterschiedliche Modelle zur Speiseplanerstellung beschrieben. Es wird dabei zwischen Lebensmitteln und Speisen unterschieden. Da die privaten Haushalte meist nicht einzelne Lebensmittel verzehren, sondern die aus ihnen hergestellten Speisen, verwendete man nach anfänglichen Versuchen der Ernährungsplanung mit Lebensmitteln Modelle, die sich auf Speisen beziehen. Bei diesen Modellen können dann die Arten oder die Mengen der Speisen oder auch beide zugleich variieren. (angelehnt an STEINEL, 1992)

### 3.1.1 Modelle mit variablen Lebensmittelmengen

STIGLER wollte 1945 in seiner Arbeit die Bedeutung von „low-cost“ Ernährung klären. Dazu suchte er Lebensmittel, welche die RDA bezüglich neun Nährstoffen eines erwachsenen Mannes decken und dabei minimale Kosten erzeugen. Im Vordergrund stand hier der Vergleich zweier Preissituationen und nicht der Vorschlag für eine spezielle Ernährung. Aus insgesamt 80 Lebensmitteln, für die Preisdaten vorhanden waren, wählte STIGLER neun Lebensmittel, bei denen die Nährstofflieferung pro Geldeinheit besser war als bei den anderen Lebensmitteln. STIGLER suchte die Minimalkostenkombination dieser neun Lebensmittel durch Variation der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten, die den Bedarf deckte, was die Nebenbedingung darstellte. Da ihm zur Lösung des Problems der Simplex-Algorithmus noch nicht zur

Verfügung stand, konnte er nicht beweisen, dass er das Optimum in bezug auf die Kosten gefunden hatte.

Dieses STIGLER-Modell wurde von GARILLE und GASS (2001) aufgenommen. Sie erstellten ein erweitertes Modell mit aktualisierten RDA- und Preisdaten. Es ergaben sich zwar abwechslungsreichere Speisepläne als bei STIGLER, aber GARILLE und GASS bezweifelten, ob die Ergebnisse auch praxistauglich wären.

Aufbauend auf dem STIGLER-Modell berücksichtigte SMITH (1959) Unter- und Obergrenzen für Lebensmittelmengen. SMITH stellte durch seine Berechnung fest, dass die Lebensmittelmengen in dieser Form nicht zum Verzehr geeignet waren. Zum Beispiel wurde eine derart große Menge Mehl errechnet, die im privaten Haushalt nicht alleine verzehrt werden kann, sondern zu Brot, Kuchen oder Ähnlichem verarbeitet würde. Deshalb führte SMITH Kombinationsbedingungen einander ergänzender Lebensmittel ein. Eine zusätzliche Mindestbedingung für Lebensmittelgruppen wurde berücksichtigt. Mit diesen Nebenbedingungen berechnete er eine „verzehrbare“ Kost.

Zur Berechnung der Kosten für die Ernährung im Sinne einer „vollwertigen Ernährung“ wendeten WIRTHS/BECHER/PRINZ (1966) die Lineare Programmierung an. Die Zielfunktion war dabei die Kostenminimierung. Als Nebenbedingungen wurde die Einhaltung der Nährstoffzufuhr-Empfehlungen formuliert. Durch zusätzliche Restriktionen der Mindest- und Höchstmengen von Lebensmitteln wurden ernährungsphysiologischen und küchenpraktischen Anforderungen Rechnung getragen. Dadurch wurde die Ernährung zwar teuerer, aber entsprach auch mehr den üblichen Verzehrsgewohnheiten.

SCHMID/CAMPBELL (1967) und SCHMID (1968, 1969) berechneten mit Hilfe einer „Computer Diät“ die Kostformen für gesunde und kranke Menschen. Zur Lösung wurde hier nicht die lineare Optimierung verwendet und ebenfalls keine Zielfunktion formuliert. In einem ersten Schritt wählt der Patient bestimmte Speisen aus. Für die Lebensmittelmengen sind Unter- und Obergrenzen festgelegt. Um einen bedarfsgerechten Speiseplan zu erhalten, können die Mengen variiert werden. Wie dies aber im Einzelnen geschieht, erläutert SCHMID nicht näher.

KARG (1982) erweiterte das von SCHMID erstellte Modell. Hier ist als Zielfunktion eine Kostenminimierung angegeben.

### 3.1.2 Speisenartenmodelle

SMITH (1959) forderte Modelle, die den Geschmack und die Verzehrsgewohnheiten berücksichtigen. Er spricht von einer Erhöhung der „palatability“ (SMITH, 1959, S.272) („Genießbarkeit/Schmackhaftigkeit“) der ausgewählten Nahrung. Dazu gab er bestimmte Kombinationen von zueinander passenden Lebensmittelarten vor. SMITH stellte fest, dass die Kosten der ausgewählten Lebensmittel steigen, je eher die üblichen Verzehrsgewohnheiten erreicht werden. In einer Betrachtung zu SMITH´s Arbeit stellt PERYAM (1959) fest, dass nicht Lebensmittel, sondern Speisen ausgewählt werden müssen. Er spricht dabei von „normal serving“ (S. 304) und meint damit die übliche Verzehrsmenge. Außerdem soll die Häufigkeit einzelner Speisen, die Menüfunktion und die Kombination einzelner Speisen berücksichtigt werden. PERYAM (1959) zeigt diese Bedingungen zwar auf, formuliert sie aber nicht als mathematisches Modell.

Die Formulierung dieser Bedingungen übernimmt BALINTFY (1964). Er verwendet in seinem Modell keine Lebensmittel mehr, sondern Speisen. Als Bedingungen verwendet er die Minimierung von Kosten, die täglichen Nährstoffbedarfe und einen gewünschten Grad an Vielfalt für einen bestimmten Zeitraum. Er führt auch die Berücksichtigung der Arbeitszeit (S. 257) auf. Bei der Formulierung des Modells verwendet er für die Speisen Binärvariablen. Diese Variablen können die Werte 1 und 0 annehmen, wobei diese Werte besagen, ob die Speisen für den Speiseplan ausgewählt (1) oder nicht ausgewählt (0) werden. Daraus entwickelte BALINTFY (1971) ein computerunterstütztes Menü-Planungsprogramm, namens CAMP (**C**omputer-**A**ssisted **M**enu **P**lanning), das in der Gemeinschaftsverpflegung Anwendung fand. In weiteren Arbeiten verwendete er „random“ Variablen (ARMSTRONG/BALINTFY, 1975) und formulierte als Ziel, dass die Vorlieben der Essensteilnehmer möglichst gut im Speiseplan berücksichtigt werden (BALINTFY/ROSS/SINHA/ZOLTNERS, 1978; BALINTFY, 1979; BOGNAR/BALINTFY, 1982 a; und 1982 b). Auch zur Bestimmung der Preisindices für die Lebenshaltungskosten setzte er sein Modell ein (BALINTFY, 1979; BALINTFY/NETER/WASSERMAN, 1970 a und 1970 b).

BAUR (1981), RUTZMOSER (1982) und LEHMANN (1990) benutzten dieses Modell für Berechnungen in der Gemeinschaftsverpflegung.

Bei den genannten Modellen ist jeweils die Speisenmenge fix.

### 3.1.3 Speisenmengenmodelle

Bei den Speisenmengenmodellen sind die Speisenmengen variabel und die Speisenarten werden vor der Berechnung festgelegt. Dabei kann eine willkürliche oder eine zufällige Auswahl getroffen werden.

KARG (1980) wählte bei seinem Modell die Speisenarten willkürlich aus. Es wurden Berechnungen für die Gemeinschaftsverpflegung und den privaten Haushalt durchgeführt (KARG/KECK, 1982; KARG/KECK/LEHMANN, 1984; KARG/PIERKARSKI/KELLMAYER, 1984), wobei bedarfsgerechte Speisepläne mit minimalen Kosten erstellt wurden. Bei diesem Modell wurden bestimmte Speisenarten vorgegeben, deren Mengen dann zwischen bestimmten Mindest- und Höchstgrenzen variiert wurden.

Die zufällige Auswahl verwandten WARD, HARPER und JANSEN (1978). Die Speisenarten wählten sie mit einer Monte-Carlo-Simulation aus, die entsprechenden Speisenmengen bestimmten sie anhand der Methode der Linearen Optimierung. Auch hier wurden bedarfsgerechte Speisepläne aufgestellt. Die Hauptbedingung bestand darin, dass die Speisenmengen minimal von der üblichen Standardportion der Speise abweichen.

### 3.1.4 Speisenarten- und Speisenmengenmodelle

Die Speisenmengenmodelle und die Speisenartenmodelle können miteinander kombiniert werden, so dass sowohl die Speisenmengen als auch die Speisenarten variabel sind. Bei der Berechnung kann man sukzessiv oder simultan vorgehen.

Die sukzessive Bestimmung wandte BAUR (1981; BAUR/KARG, 1982) an. Zuerst wurden - wie bei BALINTFY (1964) beschrieben - die Speisenarten bestimmt. Es wurde darauf geachtet, dass das Ergebnis bedarfsgerecht ist und minimale Kosten verursacht. Danach berechnete BAUR für die vorher bestimmten Speisenarten - wie bei KARG (1980) beschrieben - die entsprechenden Speisenmengen unter Berücksichtigung von Bedarfsdeckung und dem Kostenminimum.

Eine simultane Bestimmung von Speisenart und Speisenmenge wurde von ARMSTRONG und SINHA (1974) formuliert. Hierbei wurden die Speisen durch jeweils eine Binär- und eine stetige Variable charakterisiert. Die Binärvariable wird zur Bestimmung der Speisenart verwendet und kann nur Null und Eins annehmen. Die

stetige Variable wird zur Bestimmung der Speisenmenge verwendet und ist nur dann größer Null, wenn auch die binär Variable größer Null ist. Bei diesem Modell werden keine Speisenmengen unterhalb bestimmter Portionsgrößen zugelassen. Als Hauptbedingung ist die Minimierung der Kosten und als Nebenbedingung die Einhaltung der Empfehlungen zur Nährstoffzufuhr formuliert.

KARG und STEINEL (1990) verwendeten erstmals die simultane Bestimmung von Speisenarten und Speisenmengen in jeder Portionsgröße. Dieses Modell verwendete STEINEL (1992) ebenfalls in ihrer Arbeit. Sie stellte einen normativen Kosten-Nutzen-Vergleich verschiedener Ernährungsformen im privaten Haushalt auf. Mit Hilfe des Modells berechnete sie implizite, bedarfsgerechte Speisepläne, aus denen sie dann manuell explizite Speisepläne erstellte. Die Kombination von Speisen wurde beim Mittagsmenü bezüglich ihrer Arten durchgeführt. Beim Frühstücks- und Abendmenü wurden die Speisen bezüglich ihrer Mengen kombiniert. Für die Speisenmengen legte STEINEL Unter- und Obergrenzen fest. Die Speisen können entweder nur für alle oder kein Haushaltsmitglied gewählt werden. Das bedeutet also, dass die Speisenarten für den gesamten Haushalt und die Speisenmengen für die einzelnen Haushaltsmitglieder ausgewählt werden. Als Zielfunktion wurde die Minimierung der Lebensmittelkosten oder die Minimierung der Arbeitskosten berücksichtigt.

## 3.2 Computerprogramme zur Planung der Ernährung

Bei der Entwicklung von Computerprogrammen zur Planung der Ernährung spielen die anzusprechenden Zielgruppen eine bedeutende Rolle. Die meisten Programme wurden dabei für den Bereich der Gemeinschaftsverpflegung entwickelt. Eines der ersten Programme, welches die Speiseplanung per Computer unterstützt, stellt CAMP dar. (BALINTFY 1971)

Speziell für private Haushalte existieren kaum Programme zur Speiseplanung (z.B. Ernährung aktiv; vgl. 3.2.2).

Es gibt daneben noch einige Beispiele, wie die Speiseplanung mit Hilfe von Computerberechnungen durchgeführt wurde. Diese besitzen aber eher Fallstudiencharakter. Das Ziel dieser Studien war es, für bestimmte Personengruppen eine adäquate Ernährung zu berechnen, und nicht ein Softwareprogramm zu entwickeln. Beispiele hierfür sind die Vorhaben von SODEN/FLETCHER (1992), SKLAN/DARIEL (1993),

LEUNG/WANITPRAPHA/QUINN (1995) und QUINN/LEUNG/WANITPRAPHA (1995).

Bei den betrachteten Programmen kann man zwischen der Speiseplanerstellung ohne Optimierung und mit einer Optimierung unterscheiden.

Hierbei muss berücksichtigt werden, dass der Begriff der „Optimalität“ bei den Programmen unterschiedlich gebraucht wird. Meist bedeutet „optimale Ernährung“ oder „optimale Versorgung“ umgangssprachlich eine gute bzw. ausreichende Ernährung/Versorgung, was von der Definition von „Optimalität“ in der vorliegenden Arbeit abweicht.

### 3.2.1 Computerprogramme zur Speiseplanerstellung ohne Optimierung

Aus dem Bereich der Ernährung soll aus der Vielzahl der Computerprogramme im Folgenden eine kleine Auswahl vorgestellt werden.

Computerprogramme im Bereich der Ernährungsberatung wurden in erster Linie zur Analyse der bestehenden Ernährung entwickelt. Einige dieser Programme enthalten aber daneben auch Möglichkeiten, einen Soll-Plan für die Ernährung des Klienten zusammenzustellen. Neben - in seltenen Fällen - automatischer Speiseplanerstellung, steht es den Beratungskräften frei, manuell aus verschiedenen Modulen individuelle Speisepläne zu erstellen.

So stellten WHEELER und WHEELER (1984) eine Übersicht von mehreren Programmen für die Menüplanung zusammen. Sie kamen in ihrer Untersuchung zu dem Ergebnis, dass oft kein individueller, sondern ein vorgefertigter, generalisierter Speiseplan angeboten wird. Bei den betrachteten Programmen gab es die Möglichkeit, individuelle Gegebenheiten mitzuberücksichtigen, was aber nur durch manuelles Austauschen von Speisen in dem bereits erstellten Speiseplan möglich war. Dabei war diese Vorgehensweise sehr zeitaufwendig.

Bei neueren Computerprogrammen ist dies oft auch der Fall. Gerade die manuelle Menüplanung muss bei vielen Programmen noch durchgeführt werden.

Im folgenden ist eine Übersicht der hier betrachteten Computerprogramme dargestellt.

**Tabelle 1: Übersicht der Computerprogramme zur Speiseplanerstellung ohne Optimierung**

| Computer-programm | Zielgruppe | Methode | zusätzliche Funktionen |
|---|---|---|---|
| **SAZUMA** | Krankenhaus-verpflegung | wissens-basierte Pla-nung | - Nährstoffempfehlungen der DGE<br>- Budgetberechnung<br>- Berücksichtigung der Er-nährungsgewohnheiten |
| **CALCMENU** | Gastronomie | manuelle Me-nüplanung | - Rezeptverwaltung<br>- Menüverwaltung<br>- Kostenberechnung<br>- Nährstoffkalkulation |
| **CUVOS** | Verpflegungs-management in der Gemeinschafts-verpflegung | manuelle Me-nüplanung | - Rezeptverwaltung<br>- Speiseplanverwaltung<br>- Nährwertberechnung |
| **gv-soft** | Gemeinschaftsver-pflegung | manuelle Me-nüplanung | - Bedarfsabstimmung<br>- Nährwertberechnungen |
| **NutriGuide** | Ernährungs-beratung | manuelle Me-nüplanung | - Ernährungsprotokoll<br>- Soll-Ist-Vergleiche |

Im folgenden werden die oben aufgeführten Computerprogramme näher erläutert.

SCHAEFFLER und KARG (1995) stellten einen Ansatz zur Planung einer Kranken-hausverpflegung mit Hilfe eines wissensbasierten Systems dar. Dabei sind folgende Bedingungen zu beachten. Für den Patienten soll der Menüplan die Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr der DGE und die Ernährungsgewohnheiten berücksichtigen. Für die Krankenhausküche ist wichtig, ob die benötigten Lebensmittel vorhanden sind und die Kapazitäten an Arbeit, Betriebsmittel und Geldmittel nicht überschritten

werden.
Die wissensbasierte Planung läuft dabei in drei Phasen ab.

1. In der ersten Phase werden Personendaten und die Daten zu den Speisen mit den entsprechenden Zutaten, die in der Krankenhausküche hergestellt werden können, im Computer abgebildet. Dabei werden die 10 Regeln der DGE für eine vollwertige Ernährung als Wissen zu einer gesunden Ernährung und Ernährungsgewohnheiten herangezogen.
2. Daneben werden Menüstrukturen festgelegt, die angeben, wie ein Menü zusammengesetzt werden kann. Der Computer erstellt dann in der zweiten Phase einen vorläufigen Menüplan. Die Patienten werden in Gruppen zusammengefaßt, die gleiche individuelle Menüpläne verzehren können.
3. Dieser vorläufige Menüplan wird in der dritten Phase am Bildschirm ausgegeben. Es wird die Deckung des Nährstoffbedarfs kontrolliert. Der planende Anwender kann nun noch Veränderungen durchführen, woraus dann der endgültige Menüplan entsteht.

Dieses Modell wurde als Programm **SAZUMA** implementiert. Das Programm kann zur Qualitätssicherung von Krankenhausverpflegung herangezogen werden. Zur praxisnahen Anwendung sollte SAZUMA noch weiterentwickelt werden. (SCHAEFFLER/KARG, 1995)

Ein Schweizer Produkt, das für die Gastronomie entwickelt wurde, ist **CALCMENU**, bei dem Rezept- und Menüverwaltung, Kostenberechnung, Menüplanung und Nährstoffkalkulation angeboten werden. Bei der Menüplanung können für jeden Tag und jede Mahlzeit verschiedene Menüvorschläge eingegeben und ein Plan für Wochen oder Monate erstellt werden. CALCMENU macht für jede Mahlzeit drei verschiedene Menüvorschläge. Für alle Gerichte und Menüs wird automatisch die Zufuhr von bis zu 36 Nährstoffe berechnet, wobei u.a. der BLS zu Grunde liegt. (CALCMENU)

**CUVOS** ist ein computerunterstütztes Warenwirtschafts-, Versorgungs- und Organisations-System. Dieses Programm ist für das Verpflegungsmanagement in der Gemeinschaftsverpflegung konzipiert worden. Es ist eine Rezeptur- und Speiseplanverwaltung mit integrierter Nährwertberechnung enthalten. (CUVOS)

Bei **gv-soft** ist die Menüplanung die Basis des Computerprogramms. Ausgehend von einem bereits bestehenden Speiseplan werden in einer Übersichtsmaske die Pla

nungsdaten für die einzelnen Tage aufgezeigt. Es kann für den Zeitraum einer Woche geplant werden. Es können auch eine Bedarfsabstimmung oder Nährwertberechnungen durchgeführt werden. (gv-soft, 2003)

**NutriGuide** verbindet Berechnungsfunktionen für die Ernährungsberatung mit integrierten Wissensdatenbanken und Nachschlagewerken und ist als Unterstützung für die Ernährungsberatung konzipiert. Auch hier werden zuerst das Ernährungsverhalten protokolliert und die entsprechenden Soll-Ist-Vergleiche aufgestellt. Anhand „kleiner Schritte“ werden Ernährungsänderungen empfohlen, die aus einem Informationsmodul abgerufen werden können. (NUTRIGUIDE)

Im Vordergrund steht bei den genannten Computerprogrammen die Deckung des Nährstoffbedarfs. Bei einigen können Preise der Lebensmittel mit in die Betrachtungen einbezogen werden, wobei aber keine Minimierung der Kosten angestrebt wird. Es fehlt aber die Berücksichtigung der Arbeitszeiten für die Zubereitung der Speisen.

### 3.2.2 Computerprogramme zur Speiseplanerstellung mit Hilfe der Optimierung

Es folgt eine Übersicht von Computerprogrammen, bei denen die Speisepläne mit der Methode der Optimierung erstellt werden können.

**Tabelle 2: Übersicht der Computerprogramme zur Speiseplanerstellung mit Hilfe der Optimierung**

| Computer-programme | Zielgruppe | Methode | zusätzliche Funktionen |
|---|---|---|---|
| **FOODOPT1** | Ernährungberater, Diätassistenten, Ärzte | Fuzzy Logic | - Berücksichtigung der Ernährungs-gewohnheiten<br>- Ernährungsprotokoll |
| **DGE – PC pro-fessional** | Multiplikatoren, Praktiker, Wissenschaftler | Fuzzy Logic | - Berücksichtigung der Ernährungs-gewohnheiten<br>- Ernährungsprotokoll<br>- Nährwertdatenbank<br>- Rezepturdatenbank<br>- Klientenverwaltung<br>- DGE – info – Archiv |
| **Ernährung aktiv** | Verbraucher | Fuzzy Logic | - Ernährungsprotokoll<br>- Ernährungslexikon |
| **Nutri – Expert** | Ernährungsberater, Ärzte, Apotheker, große Betriebe | Fuzzy Logic | - Ernährungsprotokoll<br>- Infothek |

Im Anschluss werden die genannten Computerprogramme genauer betrachtet.

ALBAT und WIRSAM haben ein Programm zur optimalen Speiseplanerstellung, **FOODOPT1** entwickelt. Die Methode, die hier verwandt wurde, ist Fuzzy Logic. Bei dieser Vorgehensweise spricht man von sogenannten „unscharfen“ Grenzen. Das bedeutet, falls eine Zufuhr eines Nährstoffes nicht exakt den Empfehlungen der DGE entspricht, wird diese trotzdem akzeptiert, soweit nur eine geringfügige Abweichung vom „Optimum“ vorliegt. Für jede Zufuhrmenge eines Nährstoffs werden Fuz

zy-Werte festgelegt. Diese Werte liegen zwischen Null und Eins. Der Fuzzy-Wert 1 gibt dabei den optimalen Zustand an und der Fuzzy-Wert 0 bis 0,2 ist möglicherweise lebensbedrohend. Der Wert 0,5 bis 0,6 bedeutet, dass bei den Personen unspezifische Symptome auftreten können, das heißt, dass sie möglicherweise nicht ausreichend versorgt sind. Die anderen Werte sind entsprechend zu interpretieren. Die Werte, die zwischen Null und Eins liegen, erfassen und bewerten mathematisch die Abweichungen der Nährstoffzufuhr von den Empfehlungen. Die erstellten Fuzzy-Werte werden mit Hilfe eines „harmonischen Minimum-Operators“ zu einer Zahl verknüpft. Diese Zahl wird Prerow-Wert genannt und stellt eine Maßzahl zur Gesamtbewertung der Ernährung dar. Er gibt an, wie nahe man insgesamt an den Nährstoffzufuhrempfehlungen der DGE liegt.

Das Ziel von **FOODOPT1** ist es, den Benutzern Ernährungsfehler aufzuzeigen. Durch die Berechnung wird dann automatisch ein Speiseplan erstellt, der diese Ernährungsfehler reduziert, wobei die Abweichung von den vorher angegebenen Verzehrsgewohnheiten gering gehalten werden soll. (WIRSAM et al. 1997)

Die DGE bietet die Ernährungssoftware „**DGE-PC professional**“ an, was eine Weiterentwicklung von FOODOPT1 darstellt. Diese Software besteht aus 3 Programmodulen:

- der Ernährungssoftware mit Zusatztool „Optimierung“
- dem DGE-info-Archiv und
- der Rezepturdatenbank für die Gemeinschaftsverpflegung.

Diese Module sind untereinander kompatibel und können auch einzeln angewandt werden. Die Anwenderzielgruppe sind Multiplikatoren, Praktiker und Wissenschaftler. In der Ernährungssoftware ist eine Klientenverwaltung, eine Nährwertdatenbank, ein Ernährungsprogramm zur Erfassung und Bewertung von Ernährungsgewohnheiten, ein Planungstool und eine Beratungshilfe enthalten. Es werden automatisierte Auswertungsschreiben zu Ernährungsprotokollen erstellt, die Analyse erläutert und konkrete Verzehrsempfehlungen gegeben. Individuelle Vorlieben und Abneigungen werden berücksichtigt. Somit soll ein Kompromiß zwischen geringen Veränderungen des Ernährungsverhaltens und den DGE-Empfehlungen erreicht werden. Als Grundlage des Optimierungstools dient die gleiche Methode wie bei FOODOPT1.
Im DGE-Info-Archiv sind die DGE-Infos seit 1994 und die DGE-Infothek gespeichert.

Die Rezeptdatenbank enthält über 600 Rezepte für die Gemeinschaftsverpflegung mit Fotos und Menüvorschlägen, wobei die Rezepte auch für den privaten Haushalt geeignet sind. (DGE, 1999)

Für den privaten Haushalt wurde das Programm „**Ernährung aktiv**“ entwickelt. Mit dieser Software können die Haushaltsmitglieder ihre Ernährung analysieren, planen und optimieren. Es ist ein Ernährungstagebuch, ein Ernährungslexikon und eine Lebensmitteldatenbank enthalten. Der Benutzer gibt seine persönlichen Daten ein, anhand derer das Programm einen Soll-Ist-Vergleich bezüglich der Empfehlungen der DGE berechnet. „**Ernährung aktiv**“ erstellt selbständig Speisepläne aufgrund des Tagebuchs und macht Vorschläge zur Ernährungsverbesserung, wobei die Änderungen möglichst wenig von den persönlichen Gewohnheiten abweichen sollen. Auf diese Weise können Wochenspeisepläne für die Familien- und Gemeinschaftsverpflegung optimiert werden. Auch hier stellt die Basis für die Optimierung das Programm FOODOPT1 dar. (DGE, 2000b)

Ein weiteres Programm, das Fuzzy-Intervalle verwendet, ist **Nutri-Expert**. Diese Software besteht aus mehreren Modulen, die eng miteinander verknüpft sind. Den Hauptteil stellt ein Analysemodul dar. Es erlaubt Patienten eine bestimmte Mahlzeit zu analysieren und sie im Hinblick auf die Nährstoffzufuhr zu verbessern. Ein zweites Modul bietet ernährungsphysiologisch ausgeglichene Ernährung an. Die Speisenmengen werden dem Energiebedarf und den medizinischen Problemen angepaßt. Eine vorgeschlagene Speise kann in das Analyse-Modul geladen und dort verändert und korrigiert werden. Insgesamt stehen mehr als 200 Speisen zur Auswahl. Ein drittes Modul stellt eine Art Infothek dar, die Informationen zu den verwendeten Wörtern und Themen gibt. Die Zielsetzung dieser Software ist es, die Änderungen gegenüber den vorgegebenen Mahlzeiten so gering wie möglich zu halten. (BUISSON, 1997)

Bei den oben genannten Programmen können keine Kosten und Arbeitszeiten berücksichtigt werden.

# 4 Modell

In diesem Kapitel wird das dem Informationssystem ISBO zu Grunde liegende Modell erläutert. Nach der Erläuterung des realen Entscheidungsproblems wird ein formales Entscheidungsproblem formuliert. Dabei werden die Modellvariablen erklärt. Danach folgt die Darstellung der Nebenbedingungen. Diese beziehen sich auf den kurzfristigen und langfristigen Nährstoffbedarf und auf die Verzehrsgewohnheiten. Letztere betreffen die Mahlzeiten- und Menüstruktur, die Häufigkeiten einzelner Speisen und Speisengruppen sowie die Kombination von Speisen. Anschließend werden die Nebenbedingungen für die Unter- und Obergrenzen der Mengen an Speisen und Getränken erklärt. Zum Schluss wird die Zielfunktion formuliert.

## 4.1 Reales Entscheidungsproblem

Die Ernährung des Menschen findet zum großen Teil im privaten Haushalt statt. Welche Speisen letztendlich für einen Speiseplan ausgewählt werden, hängt vor allem von den Kosten und der Beliebtheit der Speisen ab. Daneben spielt auch die Verfügbarkeit der Lebensmittel, die für die Speisenzubereitung benötigt werden, eine Rolle. Aus ernährungsphysiologischer Sicht ist es außerdem wünschenswert, dass der Speiseplan bedarfsgerecht ist. Die Haushaltsmitglieder haben bezüglich Energie und Nährstoffen einen individuellen objektiven Bedarf, der abhängig ist vom Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, körperlicher Tätigkeit und physiologischen Status (z.B. Schwangerschaft).

Dieser Bedarf an Energie macht sich als Hunger bemerkbar. Man empfindet ein Gefühl des Mangels, das man sobald als möglich beheben möchte. Dieses stellt den kurzfristigen Nahrungsbedarf dar, der im Modell über die Energiezufuhr geregelt wird.

Im Gegensatz dazu sind die Bedarfe der übrigen Nährstoffe langfristig, sie müssen nicht bei jeder einzelnen Mahlzeit oder an jedem einzelnen Tag gedeckt werden. Bei dem zu erstellenden Speiseplan ist zu berücksichtigen, dass die Bedarfe aller Haushaltsmitglieder gedeckt werden.

Ein akzeptabler Speiseplan ist die Voraussetzung dafür, dass der Haushalt den errechneten Speiseplan auch in die Realität umsetzt. Dazu müssen die Verzehrsge

wohnheiten des privaten Haushaltes berücksichtigt werden. Dabei spielt die Mahlzeitenstruktur, die Menüstruktur und die gewünschte Art, Menge und Kombination der Speisen eine Rolle. Bei der Mahlzeitenstruktur kann man auswählen, ob man nur Frühstücksmahlzeit, Mittagsmahlzeit und Abendmahlzeit zu sich nehmen möchte oder noch zusätzlich eine oder zwei Zwischenmahlzeiten. Zu diesen Mahlzeiten werden entsprechende Menüs angeboten, wobei beim Mittagsmenü eine bestimmte Kombination von Speisen ausgewählt wird.

Die Speisen sind in Speisengruppen zusammengefaßt, die nur in bestimmter Anzahl im Speiseplan vorkommen dürfen.

Die ausgewählten Speisenarten sind bei allen Haushaltsmitgliedern gleich. Nur bei den Getränken können unterschiedliche Arten ausgewählt werden. Die Mengen werden aber für jedes Haushaltsmitglied individuell berechnet, so dass der unterschiedliche Nährstoffbedarf berücksichtigt wird. Die Speisenmengen werden dabei von den Mindest- und Höchstangaben der Energiezufuhr begrenzt.

Aufgrund der ausgewählten Speisen treten im privaten Haushalt Lebensmittelkosten und Arbeitskosten auf.

Um die beschriebenen Daten und Bedingungen berücksichtigen zu können, muss dem privaten Haushalt eine Hilfestellung angeboten werden. Diese Hilfestellung wird über ein anwenderfreundliches Computerprogramm angeboten.

Mit Hilfe des Computerprogramms wird durch die lineare Optimierung zuerst ein impliziter Speiseplan berechnet. Dieser implizite Speiseplan stellt eine Auflistung der errechneten Speisen innerhalb eines vorgegebenen Planungszeitraums dar. Mittels einer Codierung erstellt der Computer aus diesem impliziten einen expliziten Speiseplan. Das bedeutet, dass die ausgewählten Speisen zu den einzelnen Wochentagen, zu den einzelnen Mahlzeiten und zu den einzelnen Menüs zugeordnet werden.

Das oben beschriebene Entscheidungsproblem wird mit Hilfe eines Modells abgebildet, was eine Vereinfachung darstellt. Die Formulierung des Modells wird im folgenden Abschnitt erläutert.

## 4.2 Formales Entscheidungsproblem

Im folgenden wird das Entscheidungsproblem allgemein formuliert.

### 4.2.1 Allgemeine Formulierung des Modells

Das Modell wird wie folgt formuliert:

$$C^T * x = d \min$$

$$A * x \geq b$$
$$A * x \leq b$$
$$x \geq 0$$

wobei

$x$ = Vektor der Variablen des Modells

$C$ = Matrix der Kostenkoeffizienten der Variablen

$A$ = Matrix der Nutzenkoeffizienten der Variablen

$b$ = Vektor des Bedarfs bzw. der Verzehrsgewohnheiten

$d$ = der zu minimierende Zielfunktionswert.

In ISBO werden die Lebensmittelkosten und die Arbeitskosten berücksichtigt, weshalb $C$ eine Matrix darstellt. Es kann aber immer nur eine Kostenart minimiert werden, so dass die Zielfunktionskoeffizienten in einem Vektor stehen.

### 4.2.2 Modellvariablen: Speisenarten und -mengen

Den einzelnen Speisen werden jeweils zwei Vektoren zugeordnet. Die Matrix $x$ beschreibt die Speise.

$$x = [x_0, x_1, \ldots x_P]$$

wobei

$x_0$ = Vektor der Speisenart

$x_p$ = Vektor der von Person $p$ im Planungszeitraum verzehrten Mengen der Speisen *s* in Portionen,

mit

$p = 1, 2, \ldots P$

$p$ = Ordnungsnummer der Person im Haushalt

$P$ = Anzahl der Personen im Haushalt

$s = 1, 2, \ldots S$

$s$ = Ordnungsnummer der Speisen *s (s = 1, 2, ... S)*

$S$ = Anzahl der betrachteten Speisen.

Der Teilvektor der Speisenart lautet

$$x_0 = \begin{bmatrix} x_{10} \\ x_{20} \\ \vdots \\ x_{S0} \end{bmatrix}$$

wobei

$x_{S0}$ = Wahl der Speise $s$ für den Speiseplan.

Die Variablen der Speisenart $x_{S0}$ stellen Binärvariablen dar. Das bedeutet, dass diese Variablen nur die Werte 0 oder 1 annehmen können. Falls der Wert 0 beträgt, wird die Speise nicht ausgewählt. Falls der Wert 1 beträgt, wird die Speise gewählt.

Die Teilvektoren der Speisenmengen lauten

$$x_p = \begin{bmatrix} x_{1p} \\ x_{2p} \\ \vdots \\ x_{Sp} \end{bmatrix}$$

wobei

$x_{sp}$ = die Menge an Speise *s*, die von Person $p$ verzehrt wird

mit

*p = 1, 2, ... P*

*s = 1, 2, ... S*.

Die Variablen der Speisenmengen $x_{sp}$ sind stetige Variablen und

$$x_{sp} \geq 0 .$$

### 4.2.3 Nebenbedingungen zur Deckung des Nährstoffbedarfs und zur Berücksichtigung der Verzehrsgewohnheiten

Im folgenden werden die Nebenbedingungen des Modells zur Deckung des Nährstoffbedarfs und anschließend die Nebenbedingungen zur Einhaltung der Verzehrsgewohnheiten erläutert.

Dabei werden diese Bedingungen als Gleichungen und Ungleichungen formuliert, die erfüllt werden müssen.

#### 4.2.3.1 Nährstoffbedarfe

Der objektive Nutzen, den die Ernährung liefert, stellt die Deckung der Nährstoffbedarfe dar. Diese Nährstoffbedarfe sind in dem gewählten Modell als Nebenbedingungen formuliert, die satisfiziert werden müssen. Dabei ist es nicht notwendig, dass alle Nährstoffbedarfe zu jeder Mahlzeit gedeckt werden, sondern diese können sich über einen bestimmten Zeitraum ausgleichen. Man unterscheidet deshalb zwischen kurzfristigem und langfristigem Bedarf.

***Kurzfristiger Bedarf***

Im Gegensatz zum langfristigen Bedarf muss der kurzfristige Bedarf jeden Tag gedeckt werden. Ein kurzfristiger Bedarf besteht bei Energie.

Der Energiebedarf wiederum setzt sich aus einem Grundumsatz und einem Arbeitsumsatz zusammen.

Der Grundumsatz GU wird mit der Formel, die auch die DGE (DGE, 1992) verwendete, nach HARRIS und BENEDICT (1919) wie folgt berechnet:

$$GU = Faktor_1 + (Faktor_2 * Gewicht) + (Faktor_3 * Größe * 100) – Faktor_4 * Alter$$

Die entsprechenden Werte der einzelnen Faktoren sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

**Tabelle 3: Berechnungswerte für den Grundumsatz (entnommen von HARRIS/ BENEDICT, 1919)**

| Geschlecht bzw. Lebensumstand | $Faktor_1$ | $Faktor_2$ | $Faktor_3$ | $Faktor_4$ |
|---|---|---|---|---|
| weiblich | 655,0955 | 9,5634 | 1,8496 | 4,6756 |
| männlich | 66,4730 | 13,7516 | 5,0033 | 6,7750 |
| schwanger | 955,0955 | 9,5634 | 1,8496 | 4,6756 |
| stillend | 1.305,0955 | 9,5634 | 1,8496 | 4,6756 |

Zum Grundumsatz wird der Arbeitsumsatz addiert, woraus der gesamte Energiebedarf resultiert. (Die Werte für den Arbeitsumsatz sind in Anhang 1 in Tabelle A2 zu sehen.)

Für den Energiebedarf werden eine Unter- und eine Obergrenze festgelegt, wobei die Energiezufuhr pro Tag um 100 kcal nach unten oder oben abweichen darf. Diese Abweichungen treten in der Realität ebenfalls auf.

Die Unter- und Obergrenzen werden wie folgt formuliert:

$$\text{(a)} \quad \mathrm{A_e} * \mathrm{x_p} \geq \left(b_{ep} - 100kcal\right)$$
$$\text{(b)} \quad \mathrm{A_e} * \mathrm{x_p} \leq \left(b_{ep} + 100kcal\right)$$

wobei

$b_{ep}$ = kurzfristiger Bedarf an Energie der Person $p$.

***Langfristiger Bedarf***

Als Nebenbedingungen zur Deckung des langfristigen Nährstoffbedarfs wurden folgende Ungleichungen formuliert:

$$A * x_p \geq b_p^{\min}$$
$$A * x_p \leq b_p^{\max}$$

wobei

$A$ = Matrix des Nährstoffgehalts der Speisen

$b_p^{\min}$ = Vektor des langfristigen Nährstoffbedarfs (Untergrenze) von Person $p$

$b_p^{\max}$ = Vektor des langfristigen Nährstoffbedarfs (Obergrenze) von Person $p$

$p = 1, 2, \ldots P$.

Es wird der langfristige Bedarf an $N$ Nährstoffen berücksichtigt. Für $A$ ergibt sich deshalb eine *N x S* Matrix

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1S} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2S} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{N1} & a_{N2} & \cdots & a_{NS} \end{bmatrix}$$

wobei

$a_{ns}$ = Gehalt an Nährstoff $n$ in einer Portion Speise $s$

mit

$n$ = Ordnungsnummer der Nährstoffe *n (n = 1, 2, ... N)*
$N$ = Anzahl der betrachteten Nährstoffe.

Die Bedarfsvektoren $b_p$ werden formuliert als:

$$b_p = \begin{bmatrix} b_{1p} \\ b_{2p} \\ \vdots \\ b_{Np} \end{bmatrix}$$

wobei

$b_{np}$ = langfristiger Bedarf der Person $p$ an Nährstoff $n$ im Planungszeitraum.

#### 4.2.3.2 Verzehrsgewohnheiten

Die Verzehrsgewohnheiten der Haushaltsmitglieder berücksichtigen die Mahlzeiten- und Menüstruktur, die Häufigkeiten einzelner Speisen und Speisengruppen und die Kombination und Mengenbegrenzungen von Speisen.

Diese Angaben werden als Nebenbedingungen formuliert.

**a) Mahlzeiten- und Menüstruktur**

Bei ISBO sind drei Mahlzeiten pro Tag obligatorisch vorgegeben, die Frühstücksmahlzeit, die Mittagsmahlzeit und die Abendmahlzeit. Zusätzlich kann man noch ein oder zwei Zwischenmahlzeiten dazu wählen, so dass die Anzahl der Mahlzeiten zwischen drei und fünf variieren kann. Zu diesen Mahlzeiten werden sogenannte Menüs verzehrt, die entsprechend Frühstücksmenü, Mittagsmenü, Abendmenü, Vormittags- bzw. Nachmittagsmenü genannt werden. Das Frühstücksmenü enthält Cerealien oder belegte Brote. Beim Mittagsmenü kann man entscheiden, ob man zusätzlich zum Hauptgericht eine Vorspeise und/oder eine Nachspeise haben möchte. Als Vormittags- bzw. Nachmittagsmenü kann entweder Obst, rohes Gemüse, ein Milchprodukt oder Kuchen gegessen werden. Das Abendmenü besteht aus belegten Broten oder Salaten mit Brot.

Es ergeben sich folgende Gleichungen

- für die Frühstücksmahlzeiten:

$$\sum_{s1=1}^{S_1} x_{s10} = t$$

- für die Mittagsmahlzeiten:

$$\sum_{s2=1}^{S_2} x_{s20} = t$$

- für die Abendmahlzeiten:

$$\sum_{s3=1}^{S_3} x_{s30} = t$$

Bei den Zwischenmahlzeiten können drei Fälle unterschieden werden:

Falls

1) drei Mahlzeiten pro Tag gewählt werden, dann

$$\sum_{s4=1}^{S_4} x_{s40} = 0$$

2) vier Mahlzeiten pro Tag gewählt werden, dann

$$\sum_{s4=1}^{S4} x_{s40} = t$$

3) fünf Mahlzeiten pro Tag gewählt werden, dann

$$\sum_{s4=1}^{S4} x_{s40} = 2 * t$$

wobei

$x_{s10}$ = Speisen, die zum Frühstück gegessen werden

$x_{s20}$ = Speisen, die zum Mittagessen gegessen werden

$x_{s30}$ = Speisen, die zum Abendessen gegessen werden

$x_{s40}$ = Speisen, die als Zwischenmahlzeit gegessen werden

*t* = Anzahl Tage im Planungszeitraum.

**b) Häufigkeiten einzelner Speisen**

Um Abwechslung in den erstellten Speiseplänen zu gewährleisten, muss die Häufigkeit des Auftretens der Speisen innerhalb des Planungszeitraumes festgelegt werden.

Dazu wurden in der vorliegenden Arbeit zwei verschiedene ganzzahlige Variablen verwendet, die als Binär- bzw. Integervariablen definiert werden.

Falls die Integervariable Null ist, wurde die Speisenart in dem betrachteten Planungszeitraum nicht gewählt, falls die Integervariable 1 ist, wurde die Speisenart einmal innerhalb des Planungszeitraumes gewählt, falls sie 2 ist, wurde sie zweimal gewählt usw.

Bestimmte Speisenarten wurden mit einer Integervariablen belegt. So können Brote/Brötchen, Streichfett, zusätzlicher Brotbelag (z. B. Essiggurke) und Getränke mehrmals innerhalb des Planungszeitraumes im Speiseplan auftreten. Somit soll eine bessere Praktikabilität erreicht werden, da z.B. nicht jeden Tag eine andere Sorte Brot gegessen wird.

Eine Ausnahme stellen jedoch die süßen und die salzigen Brotbeläge dar. Diese haben ebenfalls eine Integervariable, aber werden zusätzlich durch eine Nebenbedingung auf höchstens 2 begrenzt. Das heißt, dass die einzelnen Speisenarten aus dieser Gruppe höchstens zweimal im berechneten Speiseplan auftreten können.

Alle anderen Speisenarten haben Binärvariablen und dürfen daher nur höchstens einmal im Speiseplan auftreten.

In dem vorliegendem Computerprogramm zur Lösung der linearen Optimierung werden die entsprechenden Variablen als integer (WBINT) oder binär (WBBIN) definiert, so dass diese nur die entsprechenden Werte annehmen können.

**c) Häufigkeiten von Speisengruppen**

Die Zuordnung der Speisen zu den einzelnen Speisengruppen erfolgte über eine Codierung.

Es wurden 14 Speisengruppen gebildet. Entsprechend gibt es 14 Speisenmengen

$\zeta_1 - \zeta_{14}$.

Je nach Speisengruppe ergeben sich entsprechende Gleichungen bzw. Ungleichungen. Die Gleichungen finden z.B. bei den Hauptspeisen ihre Anwendung, da diese als Speisenart jeweils nur höchstens einmal auftreten, aber als Summe der Anzahl der Tage im betrachteten Planungszeitraum entsprechen müssen.

Die verwendeten Gleichungen sind:

$$\sum_{s=1}^{S} x_{s0g} = t$$

wobei

$x_{s0g}$ = Speisenart in der Speisengruppe $g$

$g$ = Ordnungsnummer der Speisengruppe

$t$ = berücksichtigte Tage im Planungszeitraum

$s = 1, 2, \ldots S$

Die Ungleichungen lauten entsprechend:

$$(1) \quad \sum_{s=1}^{S} x_{s0g} \leq t$$

bzw.

$$(2) \quad \sum_{s=1}^{S} x_{s0g} \geq t$$

Die Ungleichung (1) wird z.B. bei der Speisengruppe Cerealien formuliert, da zum Frühstück entweder Brote oder Cerealien ausgewählt werden können. Es können also gar keine Cerealien ausgewählt worden sein (Summenwert = 0, Untergrenze) oder die Cerealien werden für jeden Tag ausgewählt (Summenwert entspricht der Anzahl der Tage, Obergrenze).

Die Ungleichung (2) hingegen wird z.B. bei den Speisengruppen formuliert, die sowohl Snacks als auch Nachspeisen sein können. Bei einem Speiseplan mit zwei Snacks und einer Nachspeise pro Tag muss die Summe der vorher genannten Speisenarten mindestens der Anzahl der bestimmten Tage entsprechen. Wiederum die Summe aus diesen Speisenarten und den Speisenarten, die nur Snacks darstellen, muss dann dreimal der Anzahl der Tage entsprechen.

**d) Kombination von Speisen**

Die Kombination von Speisen ist beim Mittagsmenü und beim Frühstücks- bzw. Abendmenü relevant.

Das Hauptgericht des Mittagsmenüs kann aus einer Hauptspeise und einer stärkereichen Beilage bestehen. Es können aber nicht alle Speisen aus diesen Speisengruppen beliebig kombiniert werden. Durch gleiche Codierung bei der zweiten Ziffer wurden zusammenpassende Hauptspeisen und stärkereiche Beilagen kombiniert.

Es wurden Untergruppen zu den Speisengruppen gebildet:

$$\zeta_g = \{\zeta_{g1}, \zeta_{g2}, \ldots \zeta_{gU}\}$$

mit

$g$ = 1, 2, ... 14

$U$ = Untergruppe zu den Speisengruppen.

Durch folgende Gleichung wird sichergestellt, dass für des Mittagsmenü nur zusammenpassende Speisen ausgewählt werden:

$$\sum_{s \in \zeta_{3U}} x_{s0} = \sum_{s \in \zeta_{4U}} x_{s0}$$

wobei die Speisengruppe „Hauptspeisen“ eine 3 als erste Ziffer der Codierung und die Speisengruppe „stärkereiche Beilagen“ eine 4 als erste Ziffer der Codierung enthalten.

Um diese Vorgehensweise zu veranschaulichen, wird hier ein Beispiel aufgezeigt.

(Die ausführliche Codierung der Speisen ist im Anhang 1 in der Tabelle A3 und A4 zu sehen.)

| **Codierung** | **Speisenname** |
|---|---|
| Hauptspeisen | |
| A3 **1** 02 | Brathähnchen |
| A3 **1** 60 | Schweineschnitzel, paniert |
| Stärkereiche Beilagen | |
| A4 **1** 08 | Kartoffelsalat |
| A4 **1** 11 | Pommes frites |

Diese Hauptspeisen (ohne Soße) und stärkereiche Beilagen können miteinander kombiniert werden (gleiche Codierungszahl **1** bei der zweiten Ziffer).

Bei den Hauptspeisen mit Soße wurde eine andere Codierung gewählt, da hier wiederum andere Beilagen passend sind.

Darüber hinaus gibt es noch Beilagen, die zu jedem Hauptgericht passen. Diese sind daher ebenfalls gesondert codiert.

Ganz ohne stärkereiche Beilagen kommen z. B. Speisen wie Pfannkuchen mit Schokoladensoße aus, die sich dann in der Codierung der ersten Ziffer unterscheiden.

Entsprechendes für die Kombination von Speisen gilt für das Frühstücks- bzw. Abendmenü mit belegtem Brot. Falls salziger Brotbelag ausgewählt wird, wird auch eine zusätzliche Beigabe zum Brot (Essiggurke) mit der oben angegebenen Gleichung in den Speiseplan gezwungen (falls der Anwender diese zusätzliche Beigabe bei der Dateneingabe gewünscht hat).

Gleiches gilt für die Speisengruppe der Streichfette.

**e) Mengenbegrenzung für Speisen und Getränke**

Um subjektiv akzeptable Speisepläne zu erhalten, müssen die zu errechnenden Mengen der einzelnen Speisen und Getränke nach oben und unten begrenzt werden.

***Speisen***

Die Unter- und Obergrenzen der Speisenmengen wurden in der vorliegenden Arbeit über die Energiemenge bestimmt.

Die stetigen und Integervariablen der Speisen sind wie folgt miteinander kombiniert. Die Bestimmung beider Variablen muss simultan geschehen.

Die stetige Variable darf nur dann größer 0 sein, wenn auch die integer Variable größer 0 ist. Mathematisch wird diese Bedingung durch folgende Ungleichungen gewährleistet:

Untergrenze

$$\left(x_{sp} * a_{es}\right) \geq \left(\left(b_{ep} - 100\right) * Mz_g * x_{s0}\right)$$

Obergrenze

$$\left(x_{sp} * a_{es}\right) \leq \left(\left(b_{ep} + 100\right) * Mz_g * x_{s0}\right)$$

wobei

$b_{ep}$ = kurzfristiger Bedarf der Person $p$ an Energie pro Tag

$Mz_g$ = prozentuale Mahlzeitenverteilung der Speisengruppe $g$

$a_{es}$ = Energiegehalt der Speise $s$ pro Einheitsportion.

Falls die Speise nun nicht gewählt wird, also

$x_{s0} = 0,$ dann

$x_{sp} \geq 0,$ und

$x_{sp} \leq 0,$ also

$x_{sp} = 0;$

beträgt ebenfalls die Speisenmenge 0.

Falls die Speise gewählt wird, also

$x_{s0} = 1,$ dann

$x_{sp} \geq \left(\left(b_{ep} - 100\right) * Mz_g * a_{es}\right)$ und

$x_{sp} \leq \left(\left(b_{ep} + 100\right) * Mz_g * a_{es}\right)$

liegt die Speisenmenge zwischen den berechneten Grenzen.

Für einen Beispielspeiseplan ist die Mahlzeitenverteilung in der folgenden Tabelle aufgezeigt. Das Frühstück und Abendessen machen jeweils 30 % und das Mittagessen 40 % der Energiezufuhr aus.

**Tabelle 4: Prozentuale Mahlzeitenverteilung $Mz_g$ bei einem Speiseplan mit drei Mahlzeiten pro Tag, ohne Vor- und Nachspeise**

| Speisengruppen | Prozentualer Anteil an der täglichen Energiezufuhr ( $\mathrm{Mz_g}$ ) |
|---|---|
| Frühstücksspeisen Cerealien | 0,3 |
| Hauptspeisen | 0,15 |
| stärkereiche Beilagen | 0,125 |
| Gemüsebeilagen | 0,125 |
| Salatbeilagen | 0,125 |
| Hauptspeisen, die nicht mit stärkereichen Beilagen kombiniert werden | 0,275 |
| Brote | 0,15 |
| süße/salzige Brotbeläge | 0,075 |
| Streichfette | 0,0375 |
| Salate als Abendessen | 0,1125 |
| zusätzliche Beigaben zum Brot. | 0,0375 |

Durch die obengenannten Nebenbedingungen für die Unter- und Obergrenzen der Speisenmengen werden die integer Variablen mit den stetigen Variablen verknüpft. So wird sichergestellt, dass alle Haushaltsmitglieder die gleichen Speisenarten, aber unterschiedliche Speisenmengen verzehren.

***Getränke***

Die Getränke stellen eine Besonderheit dar, da sie keine integer, sondern nur eine stetige Variable haben. Bei den Getränken ist es nicht erforderlich, dass alle Haushaltsmitglieder die gleichen Getränke zu sich nehmen, da die Zubereitung - außer bei Tee, Kaffee und selbst hergestelltem Saft - keine Arbeitszeit in Anspruch nimmt. Auch in der Praxis ist es so, dass die einzelnen Haushaltsmitglieder unterschiedliche Getränke zu sich nehmen.

Dabei sind Unter- und Obergrenzen vorgegeben, die in folgenden Ungleichungen formuliert sind:

$$\sum_{w=1}^{W} x_{wp} \leq b_{wp}^{O}$$

$$\sum_{w=1}^{W} x_{wp} \geq b_{wp}^{U}$$

wobei

$x_{wp}$ = Menge des Getränks $w$ für Person $p$

$b_{wp}^{O}$ = Obergrenze für die Menge des Getränks $w$ bei Person $p$ im Planungszeitraum

$b_{wp}^{U}$ = Untergrenze für die Menge des Getränks $w$ bei Person $p$ im Planungszeitraum.

Die Untergrenze liegt täglich bei 1,5 l und die Obergrenze täglich bei 2,5 l.

Zusätzlich sind bei den Getränken folgende Einschränkungen vorhanden:

- alkoholische Getränke wurden ganz aus der Auswahl herausgenommen und
- koffeinhaltige Getränke können nur für Personen ausgewählt werden, die älter als 12 Jahre alt sind.

### 4.2.4 Zielfunktionen

In der vorliegenden Arbeit ist als Zielfunktion die Minimierung der Kosten gewählt worden. Dabei werden zum einen die Lebensmittelkosten des errechneten Speiseplanes und die Arbeitskosten für die Zubereitung der ausgewählten Speisen berücksichtigt. Es kann jedoch nur eine Kostenart minimiert werden. Bei welcher dies geschehen soll, kann der Programmanwender selbst auswählen.

#### 4.2.4.1 Lebensmittelkosten

Die Lebensmittelkosten verhalten sich proportional zu den ausgewählten Speisenmengen. Die Summe der Lebensmittelkosten $c_L$ ergibt sich aus der Gleichung:

$$c_L = \sum_{s=1}^{S} \left[ c_{Ls} * \left( \sum_{p=1}^{P} x_{sp} \right) \right]$$

Falls der Anwender die Minimierung der Lebensmittelkosten auswählt, wird als Zielfunktion folgende Gleichung formuliert:

$$c_L = d\ min$$

Die Arbeitskosten werden berechnet und angegeben.

#### 4.2.4.2 Arbeitskosten

Die Arbeitskosten können in einen variablen und einen fixen Teil untergliedert werden.

Der variable Anteil nimmt proportional zur Speisenmenge zu, wobei der fixe Anteil unabhängig von der Menge auftritt. Die gesamten Arbeitskosten ergeben sich wie folgt aus:

$$c_{Az} = \sum_{s=1}^{S} \left[ c_{Azfs} * x_{s0} + c_{Azvs} * \left( \sum_{p=1}^{P} x_{sp} \right) \right]$$

mit

$c_{Az}$ = Summe der Arbeitskosten im Planungszeitraum

$c_{Azfs}$ = fixer Anteil der Arbeitskosten bei der Zubereitung von Speise $s$

$c_{Azvs}$ = variabler Anteil der Arbeitskosten bei der Zubereitung einer Portion von Speise $s$

$s = 1, 2, \ldots S$ .

Falls der Anwender die Minimierung der Arbeitskosten auswählt, wird als Zielfunktion folgende Gleichung formuliert:

$$c_{Az} = d\ min$$

Die Lebensmittelkosten werden berechnet und angegeben.

## 4.3 Umsetzung des Modells in ein Optimierungs-Tableau

Die vorangegangene Formulierung des Modells soll in diesem Abschnitt anhand eines Beispiels spezifiziert werden. Es werden die Ausgangsdaten des Vergleichspeiseplans von 7.1.2 herangezogen.

Wenn man diesen Beispielhaushalt zu Grunde legt, erhält man das zu berechnende Tableau, das im Anhang 1 in der Tabelle A5 ersichtlich ist.

Die erste Spalte des Tableaus enthält die Codenummern der Speisen und die Namen der Haushaltsmitglieder. In den Spalten 3 bis 28 sind die Werte der betrachteten Inhaltsstoffe aufgelistet. Die fixen und variablen Arbeitszeiten stehen in Spalte 29 und 30. Die folgende Spalte gibt den Lebensmittelpreis der Speisen an. In der Spalte 35 sind die Integervariablen definiert. Spalte 36, 43, 50 und 57 enthalten jeweils die stetigen Variablen von Person 1 bis 4. In den Spalten 37 und 39 werden die Unter- und Obergrenzen der Speisen für Person 1 - wie unter 5.2.3.2 e) angegeben – berechnet. Die weiteren Spalten enthalten die entsprechenden Formeln für die Personen 2 bis 4.

In den Spalten 3 bis 28 in den Zeilen neben den Namen der Haushaltsmitgliedern sind die Mindestbedarfe an den Nährstoffen der jeweiligen Personen angegeben. Die folgenden vier Zeilen enthalten die entsprechenden Höchstwerte.

In den nächsten Zeilen folgen die Berechnungen der Nährstoffzufuhr durch die ausgewählten Speisen. In den dazwischenliegenden Zeilen stehen die Formeln der Nährstoffbedarfe – wie unter 5.2.3.1 angegeben.

Zusätzlich werden die Nebenbedingungen für die Mahlzeiten- und Menüstruktur, Häufigkeiten von Speisengruppen und Kombination von Speisen berücksichtigt (5.2.3.2 a), b) und d)).

In Spalte 30 und 31 Zeile sind jeweils die Summen der Arbeitszeiten und der Lebensmittelpreise berechnet. In diesem Beispiel stellt die Minimierung der Lebensmittelpreise die Zielfunktion dar (orange gekennzeichnet).

So ergibt sich ein Tableau mit 3.180 Variablen, davon 618 ganzzahlige Variablen, und 5.065 Gleichungen bzw. Ungleichungen.

Nach der Erstellung des Tableaus wird die Berechnung gestartet.

Mit Hilfe des Computerprogramms wird durch die lineare Optimierung zuerst ein impliziter Speiseplan berechnet. Dieser implizite Speiseplan stellt eine Auflistung der

errechneten Speisen innerhalb eines vorgegebenen Planungszeitraums dar. Mittels einer speziellen Codierung und anschließenden Sortierung erstellt der Computer aus diesem impliziten einen expliziten Speiseplan. Das bedeutet, dass die ausgewählten Speisen zu den einzelnen Wochentagen, zu den einzelnen Mahlzeiten und zu den einzelnen Menüs zugeordnet werden.

# 5 Daten

Die benötigten Daten des in dieser Arbeit entwickelten Informationssystems werden in einer gemeinsamen Datenbank verwaltet. Die Datenbank enthält benutzerunabhängige und benutzerabhängige Daten.

## 5.1 Benutzerunabhängige Daten

Die benutzerunabhängigen Daten gliedern sich in Primärdaten und Sekundärdaten. Die Sekundärdaten werden aus den Primärdaten berechnet.

### 5.1.1 Primärdaten

Das Informationssystem enthält folgende primäre benutzerunabhängige Daten:

- Nährstoffzufuhrempfehlungen der DGE für verschiedene Personengruppen
- Nährstoffgehalt von Lebensmitteln
- Abfallanteile von Lebensmitteln
- Preise von Lebensmitteln
- Rezepte von Speisen
- Arbeitszeitbedarf für die Zubereitung von Speisen
- Zuordnung von Speisen zu Speisengruppen.

#### 5.1.1.1 Nährstoffzufuhrempfehlungen

Die Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr verschiedener Personengruppen wurden aus der Arbeit der DGE entnommen. (DGE, 1992) Die verwendeten Daten sind in Anhang 1 Tabelle A1 ersichtlich.

Man kann zwischen einem kurzfristigen und langfristigen Nährstoffbedarf unterscheiden. Der kurzfristige Nährstoffbedarf stellt den Bedarf an Energie dar, der ohne größere Schwankungen jeden Tag gedeckt werden muss.

Die Zufuhr aller anderen Nährstoffe muss nicht an einem einzelnen Tag, sondern lediglich über einen längeren Zeitraum bedarfsdeckend sein. (DGE, 1992)

Zum Bedarf ist anzumerken, dass dieser von Tag zu Tag und von Person zu Person schwankt. Deshalb kann dieser Wert nicht genau berechnet werden. (DGE, 1992) Im folgenden wird er zur Vereinfachung dennoch als Bedarf bezeichnet.

In der Arbeit der DGE sind Empfehlungen und Schätzwerte von 35 Nährstoffen angegeben. In der Datenbank des Informationssystems werden nur die Empfehlungen aufgenommen, da die Schätzwerte den Bedarf des Menschen an bestimmten Nährstoffen noch nicht mit gewünschter Exaktheit angeben.

Die Nährstoffe, die in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt wurden, sind:

**Tabelle 5: Berücksichtigte Nährstoffe**

| **Nährstoffe** | **Mineral-stoffe** | **Spuren-elemente** | **fettlösliche Vitamine** | **wasserlösliche Vitamine** |
|---|---|---|---|---|
| Energie | Natrium | Eisen | Vitamin A | Folsäure |
| Protein | Kalium | Zink | Vitamin D | Vitamin C |
| Fett | Calcium | | Vitamin E | Thiamin |
| Linolsäure | Magnesium | | | Riboflavin |
| Kohlenhydrate | | | | Niacin |
| Ballaststoffe | | | | |
| Wasser | | | | |

#### 5.1.1.2 Nährstoffgehalte von Lebensmitteln

Die Nährstoffgehalte der Lebensmittel wurden dem BLS II.2 entnommen. Der BLS ist eine computerunterstützte Datenbank, die über 160 Inhaltsstoffe von etwa 12.000 Lebensmitteln in roher Form, zubereiteten Speisen und Convenience-Produkten enthält. Nur die Inhaltsstoffe wurden übernommen, die in 4.1.1.1 aufgeführt sind. Darüber hinaus wurden folgende Inhaltsstoffe verwendet:

- Cholesterin, um Fettstoffwechselstörungen und erhöhte Blutfettwerte berücksichtigen zu können
- Purine, um erhöhte Purinwerte und Gicht berücksichtigen zu können.

Der Nährstoffgehalt der Lebensmittel wurde als Matrix wie folgt dargestellt:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1L} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2L} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{N1} & r_{N2} & \cdots & r_{NL} \end{bmatrix}$$

wobei

$r_{nl}$ = Gehalt an Nährstoff $n$ in 100 g Lebensmittel $l$ mit

$n$ = Ordnungsnummer des Nährstoffes ($n$ = 1, 2, ..., $N$)

$N$ = Anzahl der betrachteten Nährstoffe

$l$ = Ordnungsnummer des Lebensmittels ($l$ = 1, 2, ..., $L$)

$L$ = Anzahl der betrachteten Lebensmittel.

#### 5.1.1.3 Verzehrbarer Anteile von Lebensmitteln

Die Abfallanteile der Lebensmittel entstammen ebenfalls dem BLS II.2. Diese Abfallanteile entsprechen Knochen, Sehnen, Häuten bei Fleisch, Gräten bei Fischen und den Schalen, Kernen, Steinen und Stielen bei Obst und Gemüse usw. Sie werden miteingekauft, d.h. bezahlt, aber nicht verzehrt, d.h. es werden keine Nährstoffe damit aufgenommen.

Die Abfallanteile sind nicht separat angegeben, denn diese werden bei den Nährstoffdaten des BLS bereits berücksichtigt. In dieser Datenbank gibt es verschiedene Codierungen für ein Lebensmittel. Das Lebensmittel Apfel wird z. B. als roh mit Küchenabfall (Code **F110114**) und als Apfel roh ohne Küchenabfall (Code **F110111**) aufgeführt. Bei der ersten Codierung wurde dann bereits der verzehrbare Anteil des Lebensmittels angegeben, also ist der Abfallanteil schon abgezogen.

Bei der Rezepterfassung wurde dann jeweils die entsprechende Codierung gewählt.

#### 5.1.1.4 Lebensmittelpreise

Die Preise der Lebensmittel stammen zum einen Teil aus Erhebungen des KTBLs (KTBL, 1998), zum anderen Teil aus eigenen Erhebungen.

Bei den eigenen Erhebungen wurde folgende Vorgehensweise gewählt: Es wurden zwei Erhebungen in zwei unterschiedlichen Städten durchgeführt, in München und in Weiden i.d.Opf. Dadurch sollte eine Ortsunabhängigkeit berücksichtigt werden. Es wurden drei Lebensmittelgeschäfte mit unterschiedlicher Preisklasse ausgewählt. Für jedes Lebensmittel wurden drei Preise in jeder Erhebung festgehalten. Aus der Summe der sechs Preisdaten wurde der Durchschnitt errechnet.

Die Preise beziehen sich auf das Jahr 1998.

Die Haushaltsmitglieder haben aber auch die Möglichkeit, selbst Lebensmittelpreise in das Informationssystem einzugeben. Dies kann sinnvoll sein bei einem sehr günstigen Preis als Saisonangebot oder falls ein Preis ganz wegfällt, z.B. wenn im eigenen Garten produzierte Lebensmittel verwendet werden.

Die Preise der Lebensmittel sind in folgendem Vektor dargestellt:

$$M = \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \vdots \\ m_L \end{bmatrix}$$

wobei

$m_l$ = Mittelwert aller Preise von 100 g Rohware Lebensmittel $l$

$l$ = Ordnungsnummer des Lebensmittels ($l$ = 1, 2, ..., $L$)

$L$ = Anzahl der betrachteten Lebensmittel.

#### 5.1.1.5 Rezepte von Speisen

Rezepte von Speisen bestehen aus der Zusammensetzung von Speisen und aus den Arbeitsschritten, die für die Herstellung der Speisen notwendig sind.

In die Rezeptdatei wurden konventionelle und alternative Rezepte aufgenommen. Die Art und Menge der Lebensmittel für konventionelle Speisen entstammen der AID-Kartei „Daten zur Analyse der Ernährung“ (AID, 1984). Hier sind Rezeptblätter für Speisen gesammelt. Die Angaben über die Art der verwendeten Lebensmittel war eindeutig. Bei der Mengenangabe traten aber einige Unklarheiten auf. Bei einigen Lebensmitteln (z.B. Salz, Pfeffer, Gewürze) fehlten Mengenangaben. Hier wurden in Anlehnung an STEINEL (1992) für Salz 0,5 g bzw. für Pfeffer und Gewürze 0,25 g pro Portion angenommen. Bei anderen Lebensmittelmengen war nicht ersichtlich, ob diese Lebensmittel mit oder ohne Abfall angegeben waren (z. B. bei Obst mit oder ohne Schale; bei Fleisch mit oder ohne Knochen). Hier wurden ebenfalls die Aufzeichnungen von STEINEL (1992) verwendet.

Die Arbeitsschritte für die Zubereitung der AID-Speisen entnahm STEINEL von HOFMANN/LYDTIN (1984). Diese Angaben wurden in der vorliegenden Arbeit verwendet.

Die Zusammensetzung und die Arbeitsschritte für alternative Speisen wurden von nicht veröffentlichten Aufzeichnungen von STEINEL übernommen, die aus zwei Kochbüchern stammen (BIRK, 1987; LEITZMANN/MILLION, 1988). STEINEL (1992) übernahm wegen des Umfangs nur jede dritte Speise aus diesen Büchern. Die Mengenangaben in Stück, Bund, Eßlöffel, Teelöffel usw. rechnete STEINEL mit Hilfe von UNION DEUTSCHE LEBENSMITTELWERKE (1984) und DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR HAUSWIRTSCHAFT (1984) in Grammangaben um.

Die Verzehrsmengen der Speisen in den einzelnen Speisengruppen wurden auf einheitliche Portionen umgerechnet. Dadurch soll vermieden werden, dass eine einzelne Speise aufgrund ihrer besonders kleinen bzw. besonders großen Portion in der Rezeptquelle den anderen Speisen vorgezogen wird.

Insgesamt enthält die Datenbank des Informationssystems 680 Speisen, die im Anhang 1 in der Tabelle A3 dargestellt sind.

Die Rezeptmatrix baut sich folgendermaßen auf:

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \cdots & q_{1L} \\ q_{21} & q_{22} & \cdots & q_{2L} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ q_{S1} & q_{S2} & \cdots & q_{SL} \end{bmatrix}$$

wobei

$q_{sl}$ = Menge an Rohware von Lebensmittel $l$ in g pro Portion der Speise $s$

$s$ = Ordnungsnummer der Speise ($s$ = 1, 2, ..., $S$)

$S$ = Anzahl der betrachteten Speisen

$l = 1, 2, \ldots L$

$l$ = Ordnungsnummer des Lebensmittels

$L$ = Anzahl der betrachteten Lebensmittel.

#### 5.1.1.6 Arbeitszeiten für die Zubereitung von Speisen

Die Arbeitszeitdaten für die Zubereitung von Speisen ergeben sich aus den einzelnen Arbeitsschritten. STEINEL (1992) und das KTBL berechneten die Arbeitszeitdaten für die Speisen.

Die Arbeitszeiten bestehen aus einer fixen und einer variablen Komponente. Der fixe Teil ist von der Speisenmenge unabhängig, der variable Teil ist von der Speisenmenge abhängig.

Die Arbeitszeiten ergeben folgende Matrix:

$$H = \begin{bmatrix} h_1^f & h_1^v \\ h_2^f & h_2^v \\ \vdots & \vdots \\ h_S^f & h_S^v \end{bmatrix}$$

wobei

$h_S^f$ = fixer Anteil des Arbeitszeitbedarfs zur Herstellung von Speise s ($s$ = 1, 2, ..., $S$)

$h_S^v$ = variabler Anteil des Arbeitszeitbedarfs zur Herstellung von Speise s ($s$ = 1, 2, ..., $S$)

In Anlehnung an IÖS (1988) wurden Wartezeiten bei der Speisenzubereitung, die mindestens drei Minuten betragen, nicht zum Arbeitszeitbedarf gerechnet. Man

spricht hier von ausnutzbarer Arbeitszeit, in der andere Arbeiten erledigt werden können.

#### 5.1.1.7 Zuordnung von Speisen zu Speisengruppen

Die Speisen wurden in 14 Speisengruppen eingeteilt, die wie folgt lauten:

- Cerealien als Frühstück (z.B. Müsli)
- Snacks (z.B. Karotte)
- Vorspeisen (z.B. Kartoffelsuppe)
- Hauptspeise (z.B. Sauerbraten)
- Stärkehaltige Beilagen (z.B. Semmelknödel)
- Gemüsebeilage (z.B. Rotkohl)
- Salatbeilage (z.B. Kopfsalat)
- Nachspeisen (z.B. Quarkcreme)
- Brot (z.B. Weizenmischbrot)
- süßer Brotbelag (z.B. Marmelade)
- salziger Brotbelag (z.B. Schinken)
- Streichfett (z.B. Butter)
- zusätzlicher Brotbelag (z.B. Essiggurke)
- Getränke (z.B. Kaffee).

Besonderheiten stellen die Speisen dar, die sowohl zum Frühstück als auch zum Abendessen (z.B. belegte Brote) verzehrt werden können oder die sowohl Snacks als auch Nachspeisen (z.B. Früchtejoghurt) sein können. In der vorliegenden Arbeit wurden für diese Speisen eine gesonderte Codierung vorgenommen.

Zur besseren Verständlichkeit soll dieses im folgenden an einigen Beispielen gezeigt werden.

Die Codierung unterscheidet sich in diesem Fall in der zweiten und dritten Codestellen.

**Tabelle 6: Codierung von Speisen**

| Mahlzeitenart | Speisenname | Codierung |
|---|---|---|
| *Frühstück* | Cornflakes, mit Milch | A**00**01 |
| | Frischkornmüsli | A**00**03 |
| *Frühstück oder Abendessen* | Bauernbrot | A**80**01 |
| | Brötchen | A**80**02 |
| *Abendessen* | Bunter Körnersalat | A**84**01 |
| | Curry-Reis-Salat | A**84**02 |
| *Snack oder Nachspeise* | Amerikaner | A**10**01 |
| | Schokoladenpudding | A**11**01 |
| *Snack* | Gurke | A**12**04 |
| | Möhre | A**12**15 |

Alle Speisen, die nur zum Frühstück gegessen werden können, haben als Codierung an der zweiten und dritten Stelle jeweils eine **0**. Diejenigen Speisen, die sowohl zum Frühstück als auch zum Abendessen verzehrt werden können, sind mit **80** auf der zweiten und dritten Stelle codiert. Wiederum bei den Speisen, die nur abends gegessen werden, steht an der zweiten und dritten Stelle **84**.

Die Speisen, die sowohl Snacks als auch Nachspeisen sein können, werden mit **10** bzw. **11** codiert. Alle diejenigen Speisen, die nur als Snacks verzehrt werden, erhalten die Codierung **12** an der zweiten und dritten Stelle.

Die vollständige Codierung der verwendeten Speisen ist im Anhang 1 Tabelle A3 zu sehen.

### 5.1.2 Sekundärdaten

Die sekundären, benutzerunabhängigen Daten werden aus den Primärdaten berechnet und umfassen den Nährstoffgehalt und die Lebensmittelkosten der Speisen.

#### 5.1.2.1 Nährstoffgehalte von Speisen

Der Nährstoffgehalt der Speisen $A$ berechnet sich aus den Nährstoffgehalten der Lebensmittel $R$ und den Mengen der Lebensmittel $Q$, die in den Rezepten angegeben sind, mit folgender Formel:

$$A = 0{,}01 * R * Q^T$$

#### 5.1.2.2 Lebensmittelkosten von Speisen

Die Lebensmittelkosten der Speisen $C$ ergeben sich aus den Mengen der Lebensmittel $Q$, die in den Rezepten angegeben werden, und dem Mittelwert der Lebensmittelpreise pro 100g *M*.

Sie errechnen sich nach der Formel:

$$C = 0{,}01 * Q * M$$

### 5.2 Benutzerabhängige Daten

Das Informationssystem benötigt benutzerabhängigen Daten. Sie spiegeln die individuelle Situation eines Anwenders bzw. privaten Haushaltes wider und müssen eingegeben werden. Die benutzerabhängigen Daten betreffen die Personen, die Mahlzeitenstruktur und die Menüstruktur.

#### 5.2.1 Personendaten

Ein privater Haushalt gibt an, für welche Personen aus welchen Personengruppen ein optimaler Speiseplan erstellt werden soll.

Folgende Daten werden berücksichtigt:

- Alter
- Geschlecht
- Körpergröße
- Körpergewicht

- Arbeitsschwere (Die verwendeten Daten sind im Anhang 1 in Tabelle A2 aufgelistet.)

  leichte körperliche Betätigung

  mittelschwere körperliche Betätigung

  schwere körperliche Betätigung
- Schwangerschaft (ab dem 4. Schwangerschaftsmonat)
- Stillzeit
- Krankheit (z.B. Allergien).

### 5.2.2 Planungszeitraum

Der Planungszeitraum ist zwischen einem und sieben Tagen variabel zu wählen.

### 5.2.3 Mahlzeiten- und Menüstruktur

Die Mahlzeiten- und Menüstruktur sind Teil der Verzehrsgewohnheiten einer Person oder eines privaten Haushaltes. Dabei sind die Mahlzeiten für einen Tag:

- Frühstücksmahlzeit,
- Mittagsmahlzeit,
- Abendmahlzeit,
- Vormittagsmahlzeit und
- Nachmittagsmahlzeit.

Die Menüs, die zu diesen Mahlzeiten gegessen werden, heißen entsprechend:

- Frühstücksmenü,
- Mittagsmenü,
- Abendmenü,
- Vormittagsmenü und
- Nachmittagsmenü.

Wieviele Mahlzeiten pro Tag mit welchen Speisen bzw. Menüs man essen möchte, kann man anhand folgender Auswahlmöglichkeiten beeinflussen:

- Auswahl von 3, 4 oder 5 Mahlzeiten pro Tag,
- Auswahl eines fleischlosen oder fleischhaltigen Speiseplanes,
- Auswahl der Lebensmittel und/oder Speisen, die die Haushaltsmitglieder nicht essen möchten,
- Auswahl von Cerealien und/oder belegten Broten zum Frühstück,
- Auswahl einer Vorspeise oder/und Nachspeise zum Hauptgericht,
- Auswahl von süßem und/oder salzigem Brotbelag,
- Auswahl von Streichfett zum Brot,
- Auswahl eines zusätzlichen Brotbelags (z.B. Essiggurke).

# 6 Methode

Die Methode, die in der vorliegenden Arbeit verwendet wurde, ist die lineare gemischt-ganzzahlige Optimierung. Es werden die Simplex- und die Branch-and-Bound-Methode erklärt. Die Optimierung wird mit Hilfe des Computers berechnet, wobei MS-ACCESS und What´s Best! in MS-EXCEL zum Einsatz kommen. Diese Softwarepakete werden später noch erläutert. Als Benutzeroberfläche wurde MS-ACCESS gewählt, d.h., dass die Dateneingabe, die Datenverarbeitung und die Datenausgabe von diesem Programm übernommen werden. Die eigentliche Berechnung der Optimierung vollzieht What´s Best!.

## 6.1 Lineare gemischt-ganzzahlige Optimierung

Das Entscheidungsproblem wird als mathematisches Modell formuliert und mit Hilfe der Linearen gemischt-ganzzahligen Optimierung gelöst.

„Die Aufgabe der mathematischen Optimierung besteht darin, das Maximum oder das Minimum einer Zielfunktion zu bestimmen, wobei der Definitionsbereich für die Zielfunktion durch einschränkende Bedingungen festgelegt wird.“ (SCHICK, 1981)

Bei der Linearen Optimierung werden eine Haupt- und eine oder mehrere Nebenbedingungen formuliert. Die Hauptbedingung wird auch Zielfunktion genannt und wird optimiert. In der vorliegenden Arbeit stellen die Kosten die Zielfunktion dar, die minimiert wird. Die Nebenbedingungen, die in der vorliegenden Arbeit die Deckung der Bedarfe und Berücksichtigung der Verzehrsgewohnheiten widerspiegeln, müssen satisfiziert werden.

Eine besondere Form der Linearen Optimierung ist die gemischt-ganzzahlige Optimierung. Dabei sind die Variablen, die in den Bedingungen enthalten sind, entweder stetig oder ganzzahlig. Zur Lösung dieses Problems bedient man sich der Branch-und-Bound-Methode, die als ersten Rechenschritt die Simplex-Methode enthält, was im Folgenden näher erläutert wird.

### 6.1.1 Simplex-Methode

Der Simplex-Algorithmus wird dann verwendet, wenn eine Lösung eines linearen Optimierungsproblems (noch) nicht optimal ist. Ausgehend von einer (zulässigen) Ausgangslösung wird die Lösung schrittweise (iterativ) solange verbessert, bis eine optimale Lösung bestimmt werden kann. (BRINK et al., 1991)

In sogenannten Tableaus werden die zur Berechnung notwendigen Daten gespeichert. Die einzelnen Variablen werden jeweils so verändert, dass sich der Zielfunktionswert bis zum Optimum immer weiter verbessert (DANTZIG, 1966, S. 110 ff; MÜLLER-MERBACH, 1973, S. 88 ff).

### 6.1.2 Branch-and-Bound-Methode

Die Simplex Methode kann nur für stetige Variablen angewandt werden, für ganzzahlige Optimierungsaufgaben wird die Branch-and-Bound-Methode verwendet. Dabei geht man schrittweise vor.

Im ersten Schritt wird eine Lösung unter Nichtberücksichtigung der Ganzzahligkeitsbedingungen mit Hilfe der Simplex-Methode gesucht.

Im zweiten Schritt wird ein Entscheidungsbaumverfahren, das sog. Branch-and-Bound-Verfahren, angewandt. Im „Branching“ wird das zu lösende Problem in Teilprobleme aufgeteilt, wodurch ein Branching-Baum entsteht. Dabei werden Ungleichungen eingeführt. Beim „Bounding“ werden die Teilzweige des Baumes betrachtet und zu diesem Teilproblem eine Schranke berechnet, die alle Teilmengenlösungen -im vorliegenden Fall -nicht unterschreiten dürfen. (BRINK et al., 1991) Diese Untergrenze wird als „Bound“ bezeichnet (BLOECH, 1974). Ausgehend von dieser Grenze kommt es zu einer weiteren Aufspaltung des Entscheidungsbaumes. Sukzessive werden jene Variablen, die ganzzahlig sein müssen, auf- oder abgerundet. Diese Methode wird solange durchgeführt, bis eine zulässige, optimale Lösung unter Einhaltung aller Ganzzahligkeitsbedingungen gefunden wird (BRINK et al., 1991).

Diese Vorgehensweise kann bei einer großen Anzahl von ganzzahligen Variablen einen sehr hohen Rechenaufwand bedingen. Daher wurde in der vorliegenden Arbeit, wie bei STEINEL (1992) beschrieben, vorgegangen:

In den meisten Fällen wurde nur die erste ganzzahlige Lösung verwendet und dann die Berechnung beendet. STEINEL zeigte nämlich, dass die erste ganzzahlige Lösung nicht weit vom tatsächlichen Optimum enfernt lag und durch die Verwendung dieser Lösung die Rechenzeit verkürzt werden konnte.

## 6.2 Computereinsatz

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein Informationssystem zur Bestimmung einer optimalen Ernährung zu entwickeln. Da für diese Aufgabe eine große Datenmenge berücksichtigt werden muss, wurde das Informationssystem als Computeranwendung implementiert, die auf den Computerprogrammen MS-ACCESS, What´s Best! und MS-EXCEL aufsetzt.

Zunächst soll ein Überblick über die Verknüpfung der verwendeten Computerprogramme und deren Funktionen gegeben werden.

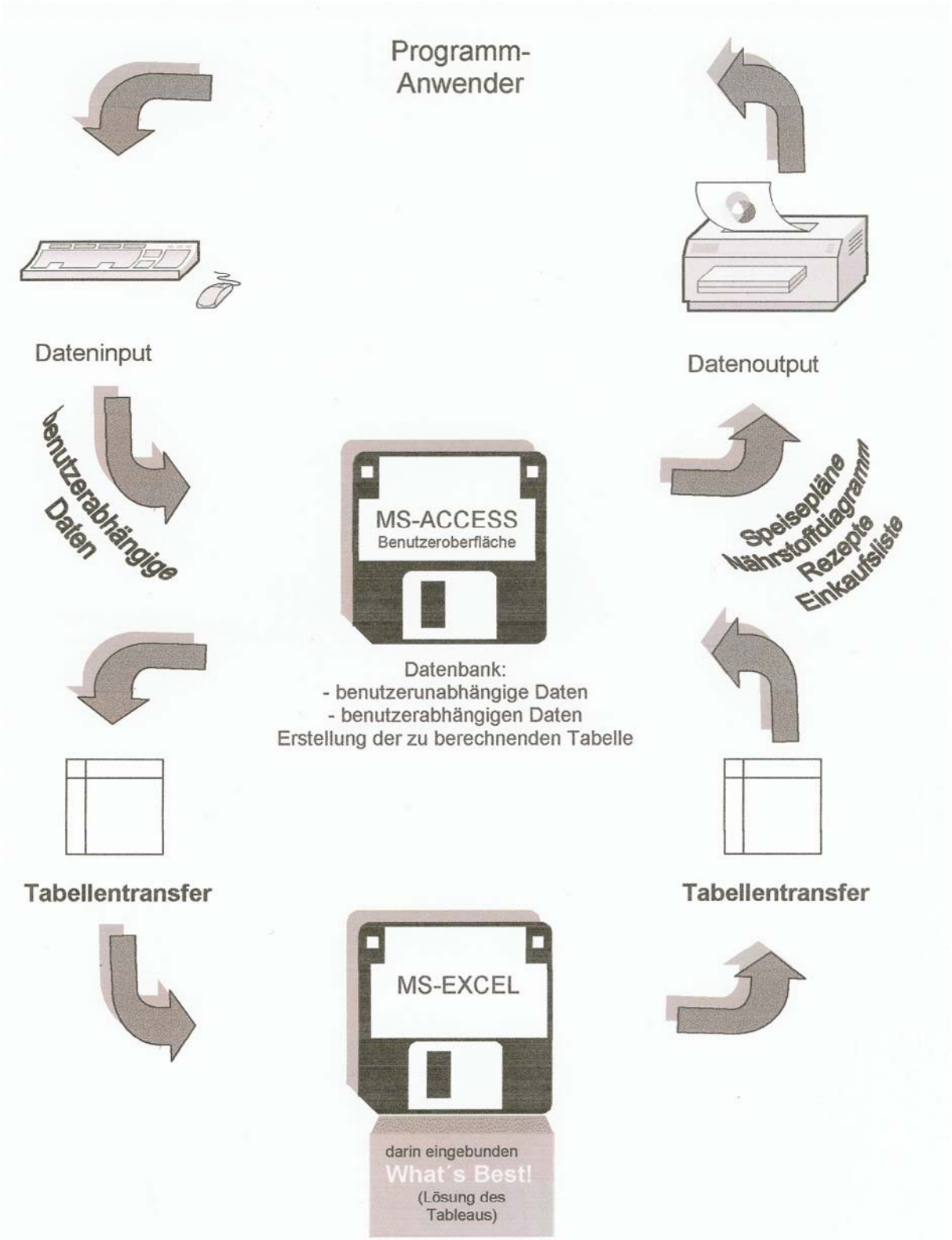



**Abbildung 1: Überblick über die verwendeten Computerprogramme und deren Verknüpfungen**

### 6.2.1 MS-ACCESS

Mit MS-ACCESS wurde die Gestaltung der Benutzeroberfläche durchgeführt, das heißt, dass ein Benutzer anhand von Bildschirmformularen, bzw. Masken, die Daten-ein- und -ausgabe steuert. Die Benutzeroberfläche wurde dabei so gestaltet, dass Anwender ohne MS-ACCESS Kenntnisse das Informationssystem benutzen können. Die Anwender müssen jedoch über Grundkenntnissen in WINDOWS verfügen.

Im Anhang 3 sind die Bildschirmmasken des ISBOs abgebildet.

Mit Schaltflächen, interaktiven Meldungen, Symbolen und Bildern soll die Anwendung erleichtert werden.

Um fehlerhafte Eingaben des Benutzers zu verhindern, werden Warn- und Plausibilitätsmeldungen ausgegeben, die den Anwender auf etwaige Eingabefehler aufmerksam machen und Möglichkeiten der Änderung aufzeigen.

Eine Statuszeile am unteren Bildschirmrand zeigt an, ob der Computer z. B. gerade Berechnungen durchführt oder ob er für weitere Eingaben bereit ist.

Das ISBO ist aus verschiedenen Typen von Bildschirmmasken aufgebaut, die für die verschiedenen Aufgaben, die sie erfüllen sollen, unterschiedlich gestaltet sind. Um dem Anwender die Benutzung von ISBO weiter zu erleichtern, wurden Symbole verwendet.

Zum einen gibt es die Masken für die Dateneingabe. Hier erscheint ein Bild mit einem Datentypisten (vgl. Anhang 3 Formular A3) am linken oberen Bildschirmrand. Außerdem sind die Eingabefelder weiß gestaltet, damit sie sich vom farbigen Hintergrund abheben. Der Cursor steht automatisch beim ersten Eingabefeld, und mit der Betätigung der Returntaste springt er jeweils zum nächsten Eingabefeld weiter. Dies ist auch mit den Navigationstasten (Auf- / Abwärtstasten) möglich.

Zum anderen gibt es Bildschirmmasken, welche die Ergebnisse darstellen.

Bei den Bildschirmmasken, die am linken oberen Bildschirmrand ein Info-Symbol haben, kann der Anwender weitere Informationen aufrufen. So kann er z. B. nachlesen, was unter leichter, mittlerer und schwerer körperlicher Tätigkeit zu verstehen ist.

#### 6.2.1.1 Dateninput

Die Datenerfassung erfolgt über folgende vier obligatorische und zwei wahlweise aufrufbare Eingabemasken.

Obligatorisch:

1) Personenangaben (Anhang 3 Formular A4)
2) Verzehrsgewohnheiten (Anhang 3 Formular A8)
3) Abneigungen gegenüber Lebensmitteln (Anhang 3 Formular A9)
4) Zielsetzung (Anhang 3 Formular A11).

Optional:

5) Krankheiten (Anhang 3 Formular A6)
6) Preise von Lebensmitteln. (Anhang 3 Formular A10).

In die Eingabemaske **1) Personenangaben** werden die individuellen Daten der Haushaltsmitglieder eingegeben. Dabei werden der Name, das Geschlecht, das Alter, die Größe, das Gewicht und die Schwere der körperlichen Tätigkeit erfaßt.

Bei den **2) Verzehrsgewohnheiten** macht ein privater Haushalt Angaben darüber, ob er dreimal (keine Zwischenmahlzeit), viermal (eine Zwischenmahlzeit) oder fünfmal (zwei Zwischenmahlzeiten) täglich essen möchte. Es kann bestimmt werden, ob der Speiseplan Fleisch bzw. Fleischprodukte enthalten soll oder nicht. Zudem kann ein privater Haushalt zum Frühstück zwischen Cerealien und/oder belegten Broten auswählen. Zum Brot kann Streichfett, süßer und/oder salziger Brotbelag und zusätzlichen Brotbelag (z.B. Essiggurke) bestimmt werden. Zum Hauptgericht kann eine Vorspeise oder/und Nachspeise verzehrt werden.

Um möglichst realitätsnah die Verzehrsgewohnheiten der Haushaltsmitglieder widerzuspiegeln, kann ein Anwender in der Bildschirmmaske **3) Abneigungen gegenüber Lebensmitteln** aus einer Liste auswählen, welche Lebensmittel er nicht essen mag bzw. essen darf (z.B. bei bestimmten Lebensmittelallergien).

Auf dem Bildschirm **4) Zielsetzung** hat ein Benutzer die Wahl zwischen minimalen Lebensmittelkosten und minimalen Arbeitskosten.

Die Maske **5) Krankheiten** kann ein Anwender bei Bedarf von der Maske a) Personendaten aus aufrufen, wenn Haushaltshaltsmitglieder an bestimmten Krankheiten leiden. Folgende Krankheiten bzw. Risikofaktoren werden berücksichtigt:

- erhöhte Purinwerte bzw. Gicht
- erhöhte Cholesterinwerte
- Lebensmittelallergien gegen Zitrusfrüchte, Beerenfrüchte, Hühnereier, Nüsse, Fisch
- Übergewicht, wird automatisch über den BMI berechnet; falls der BMI zu hoch ist, wird die Energiemenge für dieses Haushaltsmitglied entsprechend reduziert.
- Untergewicht, wird ebenfalls automatisch über den BMI berechnet; falls der BMI zu niedrig ist, wird die Energiemenge für dieses Haushaltsmitglied entsprechend erhöht.

Die Bildschirmmaske **6) Lebensmittelpreise** kann ebenfalls optional aufgerufen werden. Hier kann ein Benutzer eigene Preise eingeben oder die Preise auf Null setzen, wenn er z.B. Lebensmittel aus dem eigenen Garten verwendet oder geschenkt bekommt.

#### 6.2.1.2 Datenverarbeitung

MS-ACCESS übernimmt als Datenbankprogramm im Informationssystem der vorliegenden Arbeit die Aufgabe der Datenverarbeitung und -verwaltung. Die Datenverarbeitung wird dann durchgeführt, wenn ein Benutzer eine Maske nach der Dateneingabe schließt. Dann werden die eingegebenen Daten mit bereits gespeicherten, Daten verrechnet.

Wenn ein Anwender alle notwendigen Daten eingegeben hat, wird mit dem Befehl „Speiseplan erstellen“ auf der Bildschirmmaske **4) Zielsetzung** eine Reihe von Routinen aufgerufen, die ein Lineares Optimierungsproblem in Form eines Tableaus formuliert. Zur Lösung dieses Problems wird das Tableau an ein weiteres Programm (What´s Best!) übergeben.

#### 6.2.1.3 Datenoutput

Als Ergebnisse können folgende Bildschirmmasken aufgerufen werden:

1) Speiseplan (Anhang 3 Formular A12)
2) Einkaufsliste (Anhang 3 Formular A14)
3) Rezepte (Anhang 3 Formular A13)
4) Nährstoffversorgung. (Anhang 3 Formular A15).

Der **1) Speiseplan** enthält die Angabe der Wochentage, die Mahlzeitenbezeichnungen, die Bezeichnungen der berechneten Speisen, die entsprechenden Portionsmengen für die einzelnen Haushaltsmitglieder, die gesamten Lebensmittelkosten für den Speiseplan und die benötigte Zubereitungszeit für die ausgewählten Speisen.

Die **2) Einkaufsliste** zeigt alle Lebensmittel an, die ein privater Haushalt für den errechneten Speiseplan einkaufen muss, mit Angabe der benötigten Menge in Gramm oder Milliliter nach Lebensmittelgruppen geordnet.

Wenn man die genauen Rezepte aus dem Speiseplan einsehen möchte, kann man die Bildschirmmaske **3) Rezepte** öffnen. Die Rezepte sind dort in alphabetischer Reihenfolge der Speisennamen aufgeführt. Neben den Speisennamen sind die benötigten Zutaten angegeben. Die errechneten Zutatenmengen sind zum einen für die Haushaltsmitglieder jeweils einzeln und daneben für den gesamten privaten Haushalt aufgelistet.

Über die Maske **4) Nährstoffversorgung** kann sich der Benutzer einen Überblick darüber verschaffen, wie gut sein Nährstoffbedarf mit dem errechneten Speiseplan gedeckt wird. Die Nährstoffversorgung ist als Balkendiagramm mit all den Nährstoffen, die bei der Optimierung berücksichtigt wurden (vgl. 4.1.1.1), dargestellt. Dabei ist die Deckung des Bedarfs in Prozent von den Zufuhrempfehlungen der DGE angegeben.

Alle Ergebnisse können ebenfalls auf dem Drucker ausgegeben werden.

### 6.2.2 What´s Best! / MS-EXCEL

What´s Best! ist ein Programm zur Lösung gemischt-ganzzahliger Optimierungsaufgaben. Es nutzt dabei MS-EXCEL als Arbeitsplattform, in das es integriert wird. MS-EXCEL fungiert hier als Datentransfer-Programm zwischen MS-ACCESS und What´s Best!. Die Datenbankfunktionen in MS-EXCEL waren für die Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit nicht ausreichend, weshalb MS-ACCESS gewählt wurde. In MS-EXCEL wurden Routinen programmiert, die eine automatische Lösung des in MS-ACCESS formulierten Tableaus mit What´s Best!, eine Sortierung und teilweise Umcodierung der Speisen gewährleisten. Diese Lösung wird dann wieder an MS-ACCESS zurückgegeben.

# 7 Exemplarische Anwendung von ISBO

Um die Arbeitsweise von ISBO zu verdeutlichen, wird hier beispielhaft ein privater Haushalt dargestellt, der das Informationssystem nutzt. Im ersten Abschnitt werden die benutzerabhängigen Daten und die dazugehörigen Ergebnisse dargestellt. Danach werden Speisepläne für den Beispielhaushalt in mehreren Varianten berechnet.

## 7.1 Speiseplan des privaten Haushalts

Zuerst werden die Eingaben des privaten Haushalts erläutert. Dies geschieht in der Reihenfolge des Auftretens der entsprechenden Bildschirmmasken, welche im Anhang zu sehen sind. Im Anschluss werden die Ergebnisse aufgeführt.

### 7.1.1 Dateneingabe des privaten Haushalts

Der betrachtete private Haushalt setzt sich aus den Eltern und zwei Kindern zusammen. Die Mutter heißt Sabine, der Vater Klaus, die Tochter Nina und der Sohn Lukas.

Folgende Tabelle zeigt die Merkmale der Haushaltsmitglieder.

**Tabelle 7: Merkmale der Haushaltsmitglieder**

| Name | Alter | Größe | Gewicht |
|---|---|---|---|
| Sabine | 36 Jahre | 1,67 m | 58 kg |
| Klaus | 38 Jahre | 1,80 m | 77 kg |
| Nina | 12 Jahre | 1,50 m | 39 kg |
| Lukas | 8 Jahre | 1,32 m | 28 kg |

Alle Haushaltsmitglieder üben eine leichte körperliche Tätigkeit aus. Alle sind gesund, es sind keine ernährungsabhängigen Krankheiten bekannt.

In der Bildschirmmaske „Verzehrsgewohnheiten“ gibt der Haushalt an, dass der Speiseplan für 7 Tage erstellt werden soll. Bei der Speisenauswahl wird keine Ein

schränkung gemacht, so kann der zu erstellende Plan alle Speisen enthalten. Die Haushaltsmitglieder möchten 5-mal pro Tag essen, d.h. 3 Hauptmahlzeiten und 2 Zwischenmahlzeiten. Der Speiseplan kann sowohl Cerealien als auch Brot oder Brötchen zum Frühstück enthalten. Als Brotbelag zum Frühstück bzw. Abendessen werden süßer und salziger Brotbelag und Streichfett gewünscht. Zum Mittagessen gibt es eine Vor- und Nachspeise.

Der private Haushalt möchte, dass alle Lebensmittel, die zur Auswahl stehen, in der Ermittlung des Speiseplans berücksichtigt werden, d.h. es bestehen keine Abneigungen gegen bestimmte Lebensmittel.

Als Zielsetzung wird die Minimierung der Lebensmittelkosten gewählt.

### 7.1.2 Ergebnisse

Zuerst werden der BMI und der tägliche Energiebedarf der einzelnen Haushaltsmitglieder berechnet.

Bei Sabine liegt der BMI bei 21 kg/m$^2$ und liegt somit in den von der DGE (1992) angegebenen Grenzen zwischen 19 kg/m$^2$ und 25 kg/m$^2$ für Normalgewicht. Das bedeutet, dass Sabine weder unter- noch übergewichtig ist. Sabine kann täglich ca. 1.830 Kilokalorien zu sich nehmen, damit sie ihr Körpergewicht beibehält. Die Energiezufuhr ist nicht in Joule angegeben, sondern in Kilokalorien, da die meisten Verbraucher diese Einheit besser kennen und eher benutzen. Klaus hat einen BMI von 24 kg/m$^2$. Bei ihm liegen die Grenzen für Normalgewicht zwischen 19 kg/m$^2$ und 27 kg/m$^2$, somit werden auch hier die Grenzen eingehalten. Klaus kann täglich ca. 2.368 Kilokalorien aufnehmen, damit sich sein Körpergewicht nicht ändert.

Bei den Kindern werden zwar die BMI-Werte berechnet, aber die DGE gibt keine Grenzen für Kinder unter 15 Jahren an. So berechnet ISBO für Nina einen BMI von 17 kg/m$^2$ und eine tägliche Energiezufuhr von 2.106 Kilokalorien. Lukas hat einen BMI von 16 kg/m$^2$ und kann täglich 2.044 Kilokalorien zu sich nehmen.

Der berechnete Speiseplan ist in Anhang 2 in Tabelle A1 ersichtlich. Dabei steht in der ersten Spalte der jeweilige Wochentag. In der zweiten Spalte stehen die Bezeichnungen der Speisen. Die nächste Spalte gibt die Speisennamen an. In den übrigen Spalten sind die entsprechenden Mengen der jeweiligen Haushaltsmitglieder in Portionsangaben aufgelistet.

Zum **Frühstück** kommen einmal Grießbrei und an den restlichen Tagen Mischbrot mit süßem Brotbelag vor. Dabei steht Honig und Orangenmarmelade jeweils einmal und Kirschkonfitüre und Johannisbeergelee jeweils zweimal auf dem Speiseplan. Zusätzlich stehen Butter und Margarine auf dem Speiseplan.

Als **Snacks** wurden vormittags jeweils zweimal Schokoladenpudding, Vanillepudding und Kakao und einmal Vollmilch ausgewählt.

Die **Mittagessen** beinhalten geröstete Grießsuppe, Grüne-Erbsensuppe, Grünkernklößchensuppe, Haferflockensuppe, Markklößchen mit Fleischbrühe und zweimal Gulaschsuppe. Als Hauptgerichte wurden gegrillter Hering mit Kroketten, Leber-Apfel-Gulasch mit Spätzle, Käsespätzle, Türkisches Bohnengericht, Grießklöße mit Kapernsoße, Grießschnitten mit Tomatensoße und Pfannkuchen mit Schokoladensoße ausgewählt. Die Gemüse- bzw. Salatbeilagen sind Würziges Gemüse mit Banane, Grüne-Erbsen-Pudding, gedünsteter Rosenkohl, gedünsteter Rotkohl, gedünsteter Wirsing, würziger Mais und Weißkohlsalat. Als Nachspeisen wurden Apfelringe, Banane, Buttermilchkaltschale, Crepes aus Vollkorn mit Schokoladensoße, Grießflammeri, süße Grießsuppe und süße Haferflockensuppe ermittelt.

Die **Nachmittags-Snacks** beinhalten Karamellcreme, Mokkamilch, Orangenmilch, süße Milchsuppe, Schokoladenflammeri und zweimal Schokoladenpudding.

Zum **Abendessen** steht jeweils Mischbrot und süßer und salziger Brotbelag auf dem Speiseplan. Es gibt einmal Orangenmarmelade und jeweils zweimal Nussnougatcreme, Schoko-Hafer-Creme und Griebenschmalz mit verlorenem Ei. Als Streichfett stehen Butter und Margarine zur Verfügung.

Die **Getränke** müssen – im Gegensatz zu den zuvor genannten Speisen - nicht für alle Haushaltsmitglieder einheitlich gewählt werden. So wurden für alle Personen Kräutertee ermittelt. Sabine und Klaus können selbsthergestellten Möhrensaft trinken. Klaus erhält daneben Milchkaffee mit Zucker. Nina bekommt zusätzlich Malzkaffee mit Milch und Zucker.

Im Anhang 2 in den Abbildungen A1 bis A4 sind die jeweiligen Nährstoffgehalte nach den Haushaltsmitgliedern getrennt aufgelistet.

Der ermittelte Speiseplan zeigt bei **Sabine**, dass Vitamin $B_1$ und Folsäure an der Bedarfsgrenze liegen. Das bedeutet, dass diese beiden limitierende Nährstoffe sind.

Alle anderen betrachteten Nährstoffe liegen über bzw. innerhalb der angegebenen Grenzen.

Bei **Klaus** werden der Energiebedarf, der Bedarf an Vitamin $B_1$, der Bedarf an Vitamin $B_6$ und der Bedarf an Zink gerade gedeckt, das heißt, dass diese Nährstoffe limitierend sind. Die restlichen Nährstoffbedarfe werden eingehalten.

Bei **Nina** ist nur der Energiebedarf der limitierende Faktor. Hier liegt er genau an der Untergrenze. Die weiteren Nährstoffbedarfe werden gut gedeckt.

Auch bei **Lukas** gibt es nur einen limitierenden Nährstoff und zwar Fett. Dieser Nährstoff liegt in diesem Fall aber an der Obergrenze. Die übrigen Nährstoffgehalte liegen über den Bedarfsgrenzen.

Der ermittelte Speiseplan weist als Lebensmittelkosten 146,24 DM pro Woche auf. Die Arbeitszeit beläuft sich auf 640 Minuten pro Woche.

## 7.2 Variationen benutzerabhängiger Daten

In diesem Abschnitt werden die Veränderungen ausgewählter Eingabedaten des privaten Haushalts erläutert und deren Einfluß auf den Speiseplan aufgezeigt. Als Vergleichssituation wird dabei jeweils der ermittelte Speiseplan in 7.1.2 herangezogen.

### 7.2.1 Zielsetzung: Minimierung der Arbeitskosten

Als Abweichung zum vorherigen Speiseplan wird in diesem Beispielspeiseplan die Zielsetzung verändert. Anstelle der Lebensmittelkosten werden in diesem Fall die Arbeitskosten minimiert.

Der Speiseplan ist in Anhang 2 in Tabelle A2 zu sehen.

Zum **Frühstück** wird kein Grießbrei und Mischbrot wie im Ausgangsspeiseplan ausgewählt, sondern es gibt Brötchen mit verschiedenem Belag.

Zum **Abendessen** stehen ebenfalls statt Mischbrot Brötchen auf dem Speiseplan. Als Streichfett wird Butter durch Halbfettmargarine ersetzt. Anstatt Griebenschmalz und Orangenmarmelade wird Kräuterquark, magerer Speisequark und Apfelkraut vorgeschlagen. Als zusätzliche Gabe zu den Brötchen werden statt verlorener Eier ein hartes Ei, eine Gewürzgurke und Tomatenpaprika (K) ausgewählt.

Als Suppe werden zum **Mittagessen** statt gerösteter Grießsuppe, grüner Erbsensuppe, Grünkernklößchensuppe und Instant-Fleischbrühe mit Markklößchen Kartoffelsuppe (TP), Spargelcremesuppe (K), Zwiebelsuppe (K) und Instant-Hühnerbrühe mit Nudeln vorgeschlagen.

Die Hauptgerichte Leber-Apfel-Gulasch, Käsespätzle, Türkisches Bohnengericht, Grießklöße mit Kapernsoße, Grießschnitte mit Tomatensoße und Pfannkuchen mit Schokoladensoße werden durch die Hauptgerichte gebratenes Rumpsteak, gekochte Schälrippchen, gebratenes Schweinefilet, Schweinekotelett, gekochtes Eisbein und Reisbrei mit Instant-Schokosoße ersetzt.

Bei den Beilagen werden die Kartoffelkroketten durch die Tiefkühlvariante ersetzt. Bei dem Vergleichsspeiseplan stehen noch Spätzle als Beilage auf der Liste. Dagegen stehen beim Speiseplan mit minimalen Arbeitskosten Kümmelkartoffeln, Kartoffelpüree (TP), Pommes frites (TK), Risi pisi und Kartoffelklöße aus gekochten Kartoffeln zur Verfügung.

Im Unterschied zum Speiseplan unter 7.1.2 gibt es als Gemüse- bzw. Salatbeilage Grünkohl (TK), Lauch (TK), Apfelrotkohl (TK), Rahmspinat (TK) und Gurken mit Kräutern, dafür aber keinen Grüne-Erbsen-Pudding, gedünsteten Rosenkohl, gedünsteten Rotkohl, gedünsteten Wirsing und Weißkohlsalat.

Die einzige gleiche Speise bei den **Snacks** bzw. **Nachspeisen** ist die Banane, ansonsten gibt es keine Übereinstimmung. Beim arbeitskostenminimalen Speiseplan stehen Dickmilch mit Früchten, Erdbeereis (TK), Erdbeeren, Fruchtbuttermilch (FP), 20%-iger Fruchtquark, Grapefruit, Himbeeren, Joghurt mit Früchten, Milchmischgetränk-Erdbeermilch, Milchspeiseeis, Orange, Schokoladeneis (TK), Weincreme, Weintrauben, Buttermilch, fettarme H-Milch (1,5%), Joghurt (1,5%), Joghurt (3,5%), Magermilch und Trinksauermilch (1,5%) zur Auswahl.

Als **Getränke** können die Haushaltsmitglieder alle Mineralwasser trinken. Sabine bekommt zusätzlich Kräutertee und selbsthergestellten Möhrensaft. Nina steht noch roter Johannisbeersaft zur Auswahl. Für Klaus werden neben dem Mineralwasser Apfelsaft, Orangensaft und Milchkaffee angeboten. Alle Personen außer Lukas erhalten Tomatensaft.

Die Nährstoffgehalte im Mittel sind im Anhang 2 in den Abbildungen A5 bis A8 zu sehen.

Bei **Sabine** liegt der Vitamin D- und Folsäure-Gehalt des Speiseplans an der unteren Grenze. Die Kochsalz- und Energiezufuhr befindet sich jedoch an der oberen Grenze. Alle übrigen Nährstoffe werden gut gedeckt.

Bei **Klaus** sind Fett, Ballaststoffe, Vitamin D, Folsäure und Zink die limitierenden Nährstoffe. Genauso wie bei Sabine ist die Obergrenze der Kochsalz- und Energiezufuhr erreicht. Die restlichen Nährstoffe werden in ausreichendem Maße zugeführt.

Auch bei **Nina** liegt die Kochsalzaufnahme bei dem erstellten Speiseplan an der oberen Grenze. Der Vitamin D–Gehalt der Speisen erreicht jedoch nur die Untergrenze. Ansonsten gibt es keinen limitierenden Nährstoff.

Die Zufuhr der berücksichtigten Nährstoffe ist bei **Lukas** ausreichend gesichert.

Die Arbeitszeit für den Speiseplan mit der Zielsetzung minimale Arbeitskosten betragen 132 Minuten pro Woche. Die Speiseplankosten ergeben 422,43 DM pro Woche.

### 7.2.2 Geänderte Verzehrsgewohnheiten

Bei den ermittelten Speiseplänen in diesem Unterkapitel wurden die Angaben zu den Verzehrsgewohnheiten verändert. Die Zielsetzung ist bei diesen Speiseplänen wieder die Minimierung der Lebensmittelkosten. Betrachtet werden die Veränderungen hinsichtlich Anzahl der Tage im Planungszeitraum (7.2.2.1),

Fleischverzicht (7.2.2.2) und Häufigkeit der Mahlzeiten (7.2.2.3).

#### 7.2.2.1 Speiseplan für einen Tag

Bei diesem Beispiel wird ein Speiseplan für einen Tag erstellt. Der ermittelte Speiseplan ist im Anhang 2 in der Tabelle A3 dargelegt. Folgende Speisen werden gewählt.

Als **Frühstücksspeise** wird – wie u. a. auch im Vergleichsspeiseplan - Grießbrei gewählt. Das **Abendessen** besteht aus Mischbrot mit Margarine und Kirschkonfitüre, was auch einem Abendessen des Vergleichsspeiseplans entspricht.

Die **Snacks** bzw. **Nachspeisen** sind Himbeeren, Schoko-Obstsalat und Vanillequark, die beim Vergleichsspeiseplan nicht vorkommen.

Die geröstete Grießsuppe steht als **Vorspeise** bei beiden Speiseplänen zur Verfügung. Das **Mittagessen** mit gegrilltem Hering, Kartoffelschmarren und würzigem Mais unterscheidet sich in der stärkereichen Beilage vom Ausgangsspeiseplan, in welchem Kartoffelkroketten vorgeschlagen werden.

Kräutertee steht allen Haushaltsmitgliedern als **Getränk** zur Verfügung. Daneben erhalten Sabine, Nina und Klaus noch selbsthergestellten Möhrensaft, Nina und Klaus Apfelsaft und Klaus zusätzlich Milchkaffee mit Zucker.

Die Nährstoffgehalte des Speiseplans sind im Anhang 2 in den Abbildungen A9 bis A12 zu sehen.

Bei **Sabine** stellt Vitamin $B_1$ den einzigen limitierenden Nährstoff dar. Alle anderen Nährstoffe werden gut gedeckt.

Bei **Nina** ist neben Vitamin $B_1$ auch die Energiezufuhr an der unteren Grenze. Die restlichen Nährstoffe werden ausreichend zugeführt.

Auch bei **Klaus** sind Vitamin $B_1$ und die Energiezufuhr limitierend. Zusätzlich liegen Zink und Linolsäure an der Untergrenze der empfohlenen Zufuhr. Die übrigen Nährstoffe liegen über den Grenzen.

Mit dem erstellten Speiseplan werden **Lukas** alle Nährstoffe in ausreichendem Maße zugeführt, mit einer Ausnahme dem Vitamin A. Die Zufuhr dieses Nährstoffes liegt an der Untergrenze.

Bei der Zielsetzung minimale Lebensmittelkosten ergeben sich für den Speiseplan für einen Tag die Kosten von 37,65 DM pro Tag und die Arbeitskosten von 75 Minuten pro Tag.

#### 7.2.2.2 Speiseplan mit fleischlosen Speisen

Bei dieser Berechnungsvariante gibt der private Haushalt an, dass ein fleischloser Speiseplan erstellt werden soll. Die Speisen dieses Planes können im Anhang 2 in der Tabelle A4 entnommen werden.

Beim **Frühstück** bzw. **Abendessen** wird zusätzlich zu Butter und Margarine – wie auch bei dem Vergleichsspeiseplan – Milchhalbfett vorgeschlagen. Anstelle von belegtem Brot gibt es einmal zum Frühstück Cornflakes mit Milch und Zucker.

Als Suppen zum **Mittagessen** stehen nicht Gulaschsuppe als Konserve und Trokkenprodukt und Fleischbrühe mit Markklößchen, sondern Lauchcreme-, Selleriesuppe und Brühe mit Nudeln auf dem Speiseplan. Anstatt Leber-Apfel-Gulasch wird ein Soja-Hirse-Omelette angeboten. Bei der Hauptspeise Hering, gegrillt werden im Vergleichsplan Kartoffelkroketten gereicht, in der fleischlosen Variante gibt es Kartoffelschmarren. Das Würzige Gemüse mit Banane in der Ausgangsvariante wird durch tiefgefrorenen Rahmspinat ersetzt. Die übrigen Gemüsebeilagen bleiben gleich, nur die Kombination zu den Hauptspeisen variieren teilweise.

Als **Snacks** bzw. **Nachspeisen** werden Buttermilchkaltschale und Banane gegen ein Milchmischgetränk Erdbeermilch und Mokkacreme ausgetauscht.

Alle Haushaltsmitglieder können Kräutertee trinken. Als weiteres **Getränk** stehen Sabine und Klaus selbsthergestellter Möhrensaft zur Verfügung. Klaus bekommt noch zusätzlich Milchkaffee mit Zucker. Nina kann Malzkaffee mit Milch und Zucker zu sich nehmen.

Die entsprechenden Nährstoffgehalte sind im Anhang 2 in den Abbildungen A13 bis A16 aufgezeigt.

Die limitierenden Nährstoffe bei **Sabine** sind Vitamin D und Folsäure. Die weiteren Nährstoffe liegen über den angegebenen Grenzen.

Die Energiezufuhr liegt bei **Klaus** in diesem Speiseplan an der Untergrenze. Die Vitamin D – und Linolsäure - Zufuhr sind gerade ausreichend. Die restlichen Nährstoffe werden im ausreichenden Maße zugeführt.

Bei **Nina** sind die limitierenden Nährstoffe Energie und Vitamin D. Die weiteren Nährstoffe werden durch den Speiseplan abgedeckt.

Der fleischlose Speiseplan liefert **Lukas** ausreichende Mengen an den betrachteten Nährstoffen.

Die Lebensmittelkosten des fleischlosen Speiseplans liegen bei 148,91 DM pro Woche. Die Arbeitskosten betragen 653 Minuten pro Woche.

#### 7.2.2.3 Speiseplan mit drei Mahlzeiten pro Tag

In diesem Berechnungsbeispiel wird die Anzahl der Mahlzeiten pro Tag von fünf auf drei herabgesetzt, das heißt, dass keine Zwischenmahlzeiten ausgewählt wurden. Es

gibt ebenfalls keine Suppen oder Nachspeisen. Die Ergebnisse sind im Anhang 2 in Tabelle A5 zu sehen.

Zum **Mittagessen** gibt es als Hauptgericht anstelle von Türkischem Bohnengericht (beim Speiseplan mit fünf Mahlzeiten pro Tag) Speckpfannkuchen. In dem Speiseplan mit drei Mahlzeiten fehlt gedünsteter Wirsing, dafür steht Erbsenpüree auf dem Speiseplan.

Zum **Frühstück** bzw. **Abendessen** wurde anstatt Honig Russischer Quark ausgewählt. Im Vergleichs-Speiseplan stehen Butter und Margarine zur Verfügung, in diesem Speiseplan nur Margarine. Es gibt keine verlorenen Eier, sondern hartgekochte.

Alle Haushaltsmitglieder erhalten als **Getränk** Kräutertee. Außer Lukas steht für den Rest der Familie noch selbsthergestellter Möhrensaft auf dem Speiseplan. Sabine bekommt zusätzlich Milchkaffee, Nina Apfelsaft und Klaus Milchkaffee mit Zucker.

Im Anhang 2 in den Abbildungen A17 bis A20 sind die Nährstoffgehalte des Speiseplans dargestellt.

**Sabine** liegt mit ihrer Energiezufuhr an der oberen Grenze. Vitamin $B_6$, Folsäure und Calcium sind ebenfalls limitierende Nährstoffe. Die übrigen Nährstoffe werden gut gedeckt.

Auch bei **Klaus** stellen Energie und Vitamin $B_6$ limitierende Faktoren dar. Im Gegensatz zu Sabine liegt die Energiezufuhr aber an der Untergrenze. Das gleiche gilt für die Zinkzufuhr. Die weiteren Nährstoffe liegen über den Grenzen.

Bei **Nina** sind nur Energie und Vitamin $B_1$ die limitierenden Nährstoffe. Die restliche Nährstoffzufuhr ist ausreichend.

**Lukas** liegt mit der Zufuhr der Nährstoffe über den Grenzen, das heißt, dass es bei ihm keinen limitierenden Nährstoff gibt.

Die Lebensmittelkosten des Speiseplans betragen 140,82 DM pro Woche. Die Arbeitskosten liegen bei 521 Minuten pro Woche.

### 7.2.3 Geänderte Personenanzahl

In diesem Kapitel wird die Anzahl der Personen von vier auf jeweils zwei geändert. Es stehen alle Speisen zur Auswahl, der Betrachtungszeitraum beträgt eine Woche

und die Zielsetzung ist wiederum die Minimierung der Lebensmittelkosten. Der zuerst betrachtete Speiseplan betrifft nur die Eltern, der folgende nur die Kinder.

#### 7.2.3.1 Speiseplan für Vater und Mutter

In dieser Variante wurde der Speiseplan für die Eltern Sabine und Klaus berechnet. Das Ergebnis ist im Anhang 2 in Tabelle A6 dargestellt.

Das **Frühstück** bzw. **Abendessen** beinhaltet anstatt Honig und einmal Orangenmarmelade zweimal Bockwurst. In der Ausgangssituation kommen Butter und Margarine vor, in der betrachteten Variante nur Margarine. Anstelle von zweimal verlorenem Ei kommen für die Eltern zweimal hartes und zweimal weiches Ei vor.

Sabine und Klaus haben vormittags zusätzlich fettarme H-Milch (1,5%) und H-Vollmilch (3,5%) als **Snack** auf dem Speiseplan. Der Schokoladenpudding und Schokoladenpudding (TP) im Vergleichs-Speiseplan werden bei dem Speiseplan nur für die Erwachsenen als **Nachmittags-Snack** angeboten. Karamellpudding und Mokkamilchmischgetränk stehen im betrachteten Speiseplan als **Nachspeisen** zur Verfügung. Im Vergleichs-Speiseplan kommen zusätzlich Banane und Buttermilchkaltschale vor.

Die **Suppen** beinhalten keine Gulaschsuppe (TP) und Fleischbrühe (Instant) mit Markklößchen, sondern Hascheesuppe und Fleischbrühe (Brühextrakt) mit Leberklößchen.

Zum **Mittagessen** wurden zum gegrillten Hering anstelle von Kartoffelkroketten Kartoffelschmarren ausgewählt. Die Gemüsebeilage gedünsteter Wirsing wird durch Rahmspinat (TK) ersetzt. Bei den Hauptgerichten kommt anstatt Grießklöße mit Kapernsoße Kartoffelpuffer (TK) vor.

Die Eltern erhalten beide als **Getränke** Kräutertee, selbsthergestellten Möhrensaft und Milchkaffee mit Zucker.

Die Nährstoffgehalte des Speiseplans sind in Anhang 2 in den Abbildungen A21 bis A22 aufgezeigt.

Bei **Sabine** liegt die Energiezufuhr und die Zufuhr an Kohlenhydraten an der Untergrenze der Empfehlungen. Auch Vitamin $B_6$ und Folsäure gehören zu den limitierenden Nährstoffen. Die restlichen Nährstoffe liegen oberhalb der Grenzen.

Die Zufuhr an Energie, Vitamin $B_1$ und Zink liegen bei **Klaus** an der unteren Grenze. Die übrigen Zufuhrempfehlungen werden mit dem erstellten Speiseplan ausreichend eingehalten.

Die Lebensmittelkosten des Speiseplans für Sabine und Klaus betragen 70,10 DM pro Woche. Die Arbeitskosten liegen bei 491 Minuten pro Woche.

#### 7.2.3.2 Speiseplan für die Kinder

Die Angaben unter 7.1.1 wurden nur dahingehend geändert, dass nur die Eingabedaten für die Kinder Nina und Lukas berücksichtigt wurden. Der ermittelte Speiseplan ist im Anhang 2 in Tabelle A7 zu sehen.

Zum **Frühstück** bzw. zum **Abendessen** gibt es neben Mischbrot auch zweimal Weizenweißbrot. Beim Belag ist statt Honig Bockwurst ausgewählt worden. In der Ausgangssituation stehen als Streichfett Butter und Margarine zur Verfügung, beim Speiseplan nur für die Kinder gibt es nur Butter. Anstelle der verlorenen Eier wurden einmal hartes und zweimal weiches Ei ausgewählt.

Als **Vormittags-Snack** können die Kinder einen Kakaotrunk (1,5%, H-Kakao) und Vollmilch (3,5%, H-Milch) trinken. Der Schokoladenpudding und die TP-Variante werden nachmittags als **Snack** angeboten. Bei dem Vergleichs-Speiseplan stehen Karamellcreme und Mokkamilchmixgetränk als Snacks, bei diesem Speiseplan aber als **Nachspeisen** zur Verfügung.

Bei den Vorspeisen **Suppe** wurden anstatt Gulaschsuppe (K) und Gulaschsuppe (TP) Haschee- und Lauchcremesuppe ermittelt.

Die **Mittagessen** unterscheiden sich zum einen bei den Hauptspeisen und zum anderen bei den Beilagen. Bei dem betrachteten Speiseplan gibt es kein Leber-Apfel-Gulasch und kein Türkisches Bohnengericht, sondern Soja-Hirse-Omelette und Speckpfannkuchen. Als stärkereiche Beilage zu gegrilltem Hering werden anstelle von Kartoffelkroketten Pommes frites vorgeschlagen. Bei den Gemüsebeilagen wird gedünsteter Wirsing mit Erbsenpudding ausgetauscht.

Nina und Lukas bekommen Kräutertee zum **Trinken**.

Im Anhang 2 in den Abbildungen A23 bis A24 sind die Nährstoffgehalte der beiden Kinder getrennt dargestellt.

Bei **Nina** ist die Energiezufuhr an der unteren Grenze. Bei Fett liegt das Mädchen an der Obergrenze. Vitamin A, Vitamin $B_1$ und Folsäure sind die weiteren limitierenden Nährstoffe. Alle anderen Werte liegen über den Grenzen.

Der Speiseplan zeigt bei **Lukas** ebenfalls, dass die Energiezufuhr an der Untergrenze und die Fettzufuhr an der Obergrenze liegt. Wie bei Nina ist auch bei Lukas Folsäure ein limitierender Nährstoff.

Der Speiseplan ergibt für Nina und Lukas für 7 Tage Lebensmittelkosten von 64,78 DM pro Woche und Arbeitskosten von 461 Minuten pro Woche.

# 8 Diskussion

In diesem Kapitel werden das Modell, die Daten, die Methode, die Ergebnisse und die Unterschiede von ISBO zu bereits bestehenden Computerprogrammen diskutiert.

## 8.1 Modell

In diesem Unterkapitel wird die Auswahl des Modells, die Abweichungen zum STEINEL-Modell und die Problematik der Modellgröße erläutert.

### 8.1.1 Auswahl des Modells

Unter 3.1 werden verschiedene Modelle zur Planung der Ernährung beschrieben. Es wird dabei zwischen Lebensmitteln und Speisen unterschieden. Da die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit die Erstellung von Speiseplänen ist, wurde ein Modell ausgewählt, das sich nicht auf Lebensmittel, sondern auf Speisen bezieht. Bei den Speisenmodellen können wiederum die Arten oder die Mengen der Speisen oder auch beide zugleich variieren. Für die Konzeption von ISBO wurde letzteres Modell verwendet, da sowohl die Speisenarten als auch die Speisenmengen variabel bestimmt werden sollen. Hierbei gibt es wiederum eine sukzessive oder simultane Vorgehensweise. STEINEL (1992) stellte beide Prozeduren in einer Beispielrechnung gegenüber. Der Modellzweck wurde durch das simultane STEINEL-Modell besser erfüllt als durch das sukzessive Modell. Deshalb wird auch für ISBO das simultane Modell verwendet.

Die oben genannten Modelle sind nicht in anwenderfreundliche Computerprogramme eingebunden. Es wurden auf Grund der großen Datenmengen zwar teilweise mit Computereinsatz die Speisepläne berechnet, diese Berechnungen besitzen aber eher Fallstudiencharakter. Die entstandenen Speisepläne waren implizit. Nur manuell konnten daraus explizite Speisepläne erstellt werden. ISBO erweitert das obengenannte Modell um diesen Schritt. In dem Informationssystem werden mit Hilfe des Computers explizite Speisepläne aufgestellt.

### 8.1.2 Unterschiede zum STEINEL-Modell

Die Grundlagen zu dem Modell, das in dem entwickelten Informationssystem verwendet wurde, entsprechen zum großen Teil dem Modell von STEINEL (1992). Die vorgenommenen Änderungen werden im folgenden aufgezeigt und erläutert.

#### 8.1.2.1 Kombination von Speisen

Ein Unterschied von dem in ISBO verwendeten Modell zum STEINEL-Modell liegt in der Kombination von Speisen zueinander. STEINEL legte im voraus Menüs fest, indem sie eine Hauptspeise mit einer Beilage und Salat oder Gemüse kombinierte.

Dies schien in der vorliegenden Arbeit als eine zu starke Einschränkung der Variabilität. Daher wurde hier folgendermaßen vorgegangen.

Die Hauptspeisen wurden nach einem gesonderten Schlüssel codiert. Die dazu passenden Beilagen wurden dann ebenfalls entsprechend codiert, so dass gewährleistet ist, dass nur zusammenpassende Speisen ausgewählt werden. Durch Nebenbedingungen wird sichergestellt, dass genau soviele passende Beilagen zu den Hauptspeisen ausgewählt werden, wie benötigt werden. Zu jeder Mittagsmahlzeit wird eine Salat- oder Gemüsebeilage gewählt. Bei süßen Hauptspeisen kann nur die Salatbeilage bestimmt werden.

Durch diese Formulierung ist eine größere Anzahl von verschiedenen Menüs als bei STEINEL möglich. Dadurch wird die Variabilität erhöht, da es bei STEINEL unter Umständen vorkommen kann, dass das Schweineschnitzel wegen seiner festen Zuordnung zu Pommes frites nicht gewählt wird, obwohl diese Speise für den entsprechenden Speiseplan eine kostenminimale und im Hinblick auf die Nährstoffzusammensetzung passende Speise wäre.

#### 8.1.2.2 Ober- und Untergrenzen der Speisenmengen

STEINEL errechnete mit Hilfe des Computers einen impliziten Speiseplan und erstellte dann manuell den entsprechenden Speiseplan mit den Wochentagen und den einzelnen Mahlzeiten. Dabei mussten die Verzehrsmengen der Speisen zwischen 0,6 und 1,6 Portionen liegen.

In der vorliegenden Arbeit wird ein expliziter Speiseplan durch den Computer erstellt.

Durch die gleiche Vorgehensweise wie bei STEINEL ergaben sich hierbei zu starke Schwankungen der täglichen Energiezufuhr. Deshalb wurde in der vorliegenden Arbeit keine Einschränkung der Verzehrsmengen, sondern der Energiezufuhr vorgenommen. Dadurch wird ebenfalls gewährleistet, dass keine zu großen bzw. zu kleinen Speisemengen errechnet werden.

#### 8.1.2.3 Berücksichtigte Nährstoffe

In der vorliegenden Arbeit wurden teilweise andere Annahmen über die Nährstoffzufuhr und zusätzlich andere Nährstoffe berücksichtigt als in der Arbeit von STEINEL. Die Gründe hierfür werden im folgenden erläutert.

*Abweichungen zur Kohlenhydratzufuhr:*

STEINEL verwendet als Empfehlung für die Kohlenhydratzufuhr bei Kindern einen Gehalt von 40% bezogen auf die täglich zugeführte Energie. In der vorliegenden Arbeit wird ein Prozentsatz von 50% angenommen, da die DGE angibt, dass Kinder in einer ausgewogenen Mischkost etwa 52% der Energie aus Kohlenhydraten erhalten. (DGE, 1992)

*Berücksichtigung der Zinkzufuhr:*

Bei den Berechnungen von STEINEL wurde die Zinkzufuhr nicht berücksichtigt, da noch zu wenig Analysenwerte über den Zinkgehalt der Lebensmittel zur Verfügung standen. In dem Informationssystem der vorliegenden Arbeit wurde dieser Nährstoff in die Berechnungen deshalb einbezogen, weil nunmehr in der Datenbank des BLS ausreichend Angaben über die Zinkgehalte vorlagen.

*Abweichungen zur Vitamin D-Zufuhr:*

STEINEL verwendete die Empfehlungen der DGE für die Nährstoffzufuhr aus dem Jahre 1986. Darin werden Werte von 10 µg für die Vitamin D-Zufuhr für Kinder von 7 bis 18 Jahren angegeben. STEINEL verwendet als Untergrenze 2,5 µg Vitamin D, da die empfohlene Menge alimentär schwer erreicht wird. Bei den DGE-Zufuhrempfehlungen von 1992, die in der vorliegenden Arbeit verwendet wird, werden nur noch 5 µg angegeben. In dem entwickelten Computerprogramm wurde die

ser Wert für alle Altersstufen berücksichtigt. Bei allen errechneten Speiseplänen wird dieser Vitamin D-Gehalt erreicht.

*Berücksichtigung des Folsäurebedarfs:*

STEINEL verzichtete auf eine Berücksichtigung des Folsäurebedarfs, da der Gehalt von Folsäure in Lebensmitteln im Jahr 1988 bei den Angaben von SFK noch zu unsicher war. In den Berechnungen von ISBO werden die BLS-Daten der Folsäure-Gehalte im Jahr 1994 verwendet.

### 8.1.3 Modellgröße

Die Größe des Modells, das bei ISBO verwendet wird, ist variabel, da der Umfang von den Eingaben der Haushaltsmitglieder abhängt.

So hat das Modell, das bei den Eingaben für einen privaten Haushalt - wie unter 7.1.1 aufgeführt - entsteht, 3.180 Variablen, davon 618 ganzzahlige Variablen, und 5.065 Gleichungen bzw. Ungleichungen.

Die Rechenzeit, bzw. Lösbarkeit eines Problems hängt vor allem von der Anzahl der ganzzahligen Variablen ab. In der vorliegenden Arbeit stellen die Speisenarten diese Variablen dar. Die Anzahl der gewählten Speisenarten in der Datenbank soll eine große Auswahl ermöglichen, so dass jeder private Haushalt „seine“ Speisen wählen kann und die Verzehrsgewohnheiten besser berücksichtigt werden können.

Falls die Rechenzeit für einen privaten Haushalt zu lang dauert, kann dieser folgendermaßen vorgehen. Er kann selbst die Anzahl der ganzzahligen Variablen beeinflussen. So kann man bestimmte Lebensmittel, die man nicht gerne mag, aus der Berechnung ausschließen. Die Speisen, die diese Lebensmittel enthalten, werden bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Darüber hinaus kann man bei den Verzehrsgewohnheiten eingeben, ob man drei-, vier- oder fünfmal am Tag essen möchte. Bei der Angabe „dreimal“ werden die Snacks aus der Berechnung herausgenommen. Die gleiche Vorgehensweise wird bei der Nichtauswahl von Suppen und Nachspeisen angewandt, wodurch sich die Anzahl der Speisen ebenfalls verringert. Somit kann auch die Rechenzeit verkürzt werden.

## 8.2 Daten

Im folgenden werden die Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr, die Lebensmittelpreise und die Arbeitszeiten diskutiert.

### 8.2.1 Nährstoffzufuhrempfehlungen

Im vorliegenden Informationssystem wurden die Nährstoffzufuhrempfehlungen der DGE (1992) verwendet. Mittlerweile wurden neue Werte, die DACH-Referenzwerte, festgelegt. Die meisten Werte blieben jedoch gleich bzw. ähnlich oder sanken sogar. Erhöhungen ergaben sich bei Vitamin C, Vitamin E, Folsäure und Calcium. Eine Reduzierung zeigt sich z.B. bei Zink. (DGE, et al., 2000)

Die Auswirkungen auf die in dieser Arbeit berechneten Ergebnisse werden unter 8.4.3.1 erläutert.

Die Empfehlungen der Nährstoffzufuhr, die in ISBO gespeichert sind, wurden erst ab dem Alter von vier Jahren berücksichtigt. Das hat folgenden Grund:

Das Informationssystem soll für alle Haushaltsmitglieder die gleichen Speisen mit den entsprechenden Mengen bestimmen. Gerade bei Säuglingen und Kleinkindern aber sind Muttermilch und Breispeisen eine adäquate Ernährung und daher wurde die erste Altersstufe von 0 bis 4 Jahren nicht berücksichtigt. Für Kinder ab 4 Jahren und Erwachsene kann mit diesen Speisen kein sinnvoller Speiseplan erstellt werden.

Nachfolgend werden Abweichungen und Nichtberücksichtigung bestimmter Nährstoffe erläutert.

*Energie:*

Für die Energiezufuhr ist eine Abweichung von $\pm$ 100 kcal pro Tag vom berechneten Wert erlaubt, da diese und sogar noch größere Schwankungen ebenfalls in der Realität auftreten.

*Ballaststoffe:*

Bei Kindern ist in den Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr kein Richtwert für Ballaststoffe angegeben. Eine Ballaststoffdichte von 12,5 g pro 1000 kcal hält die DGE

aber für wünschenswert und durchführbar (DGE, 1992). Dieser Wert wird auch in der vorliegenden Arbeit verwendet.

*Getränkezufuhr:*

Bei der Getränkezufuhr im ISBO wird Wasser in den Speisen nicht berücksichtigt. Die ausreichende Wasserzufuhr wird ausschließlich über Aufnahme von Getränken geregelt. Es wird eine Untergrenze von 1,5 l täglich angenommen (DGE, 1992), dadurch wird eine Unterversorgung vermieden. Eine Obergrenze ist angegeben, da bei Minimierung der Arbeitskosten eine zu große Menge ausgewählt werden würde.

*Natrium:*

Eine Obergrenze für eine Natriumzufuhr bei Kindern fehlt in den Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. Deshalb wird hier die Obergrenze von 4 g Natrium / Tag von den Erwachsenen übernommen (DGE, 1992).

*Nichtberücksichtigung des Chloridbedarfs:*

Chlorid wird häufig in Form von Natriumchlorid (Kochsalz) aufgenommen, weshalb auf eine Formulierung dieser Nebenbedingung verzichtet wurde, da bei genügender Natriumzufuhr auch ausreichend Chlorid aufgenommen wird (AID, 1994).

*Nichtberücksichtigung des Phosphorbedarfs:*

In dem Informationssystem wird keine Nebenbedingung für den Phosphorbedarf formuliert. Bei einer ausreichenden Versorgung mit Protein und Calcium wird gleichzeitig auch genügend Phosphor zugeführt. Darüber hinaus ist ein alimentärer Phosphormangel nicht bekannt, da fast alle Lebensmittel diesen Nährstoff enthalten. (DGE, 1992)

*Nichtberücksichtigung des Jodbedarfs:*

Eine Nebenbedingung für die Einhaltung des Jodbedarfs wird nicht formuliert, denn die Jodgehalte der Lebensmittel haben eine weite, regionale Schwankungsbreite und sind vor allem vom Anbaugebiet, speziell vom Boden, abhängig. Darüber hinaus liegen nicht für alle Lebensmittel gesicherte Analysenwerte vor. Gerade Süddeutschland ist ein Endemiegebiet für Jodmangel, weil die dortigen Böden besonders jodarm sind. Alleine mit unverarbeiteten Lebensmitteln ist es sehr schwer, den Jodbedarf zu decken. Mit jodiertem Speisesalz kann ein Beitrag zur Deckung geleistet werden.

Zusätzlich muss aber darauf geachtet werden, dass verarbeitete Produkte, wie Brot, Käse, Wurst usw., mit Jodsalz hergestellt werden. (ARBEITSKREIS JODMANGEL, 1997)

Im Informationssystem wird die Verwendung von Jodsalz bei der Speisenzubereitung und die Bevorzugung von mit Jodsalz hergestellten Produkten empfohlen.

*Nichtberücksichtigung des Fluoridbedarfs:*

Die Frage, ob Fluor ein essentieller Nährstoff ist, ist noch nicht geklärt. Da nur sehr wenige Lebensmittel größere Mengen Fluor enthalten (AID, 1994), werden in den Empfehlungen der DGE zusätzlich zur Ernährung Supplementgaben aufgeführt. So kann eine ausreichende Fluoridzufuhr über die Ernährung kaum eingehalten werden, weshalb der Fluoridbedarf in der vorliegenden Arbeit außer Acht gelassen wurde.

*Nichtberücksichtigung des Vitamin K-Bedarfs:*

Die Bestimmung der Analysenwerte für Vitamin K in Lebensmitteln ist derzeit noch unsicher. Darüber hinaus ist noch unklar, welche Mengen an Vitamin K von den Darmbakterien produziert werden. Diese beiden Tatsachen machen eine genaue Angabe des Vitamin K-Bedarfs nicht möglich. (DGE, 1992) Deshalb wurde im Informationssystem auf eine Berücksichtigung des Vitamin K-Bedarfs verzichtet.

*Nichtberücksichtigung des Vitamin $B_{12}$ -Bedarfs:*

Alimentärer Vitamin $B_{12}$-Mangel entsteht nur bei völligem Verzicht auf tierische Lebensmittel (Fleisch, Milch, Milchprodukte, Eier) (AID, 1994), was in der vorliegenden Arbeit nicht der Fall ist. Aus diesem Grund wurde die Einhaltung des Vitamin $B_{12}$-Bedarfs außer Acht gelassen.

### 8.2.2 Lebensmittelpreise

Die berücksichtigten Lebensmittelpreise beziehen sich auf das Jahr 1998 und wurden zum einen vom KTBL übernommen und zum anderen selbst erhoben.

Die Ergebnisse im Hinblick auf die Kosten stellen Beispielrechnungen dar. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es nicht, aktuelle Preisvergleiche anzustellen, sondern einen Prototyp eines Computerprogrammes zu entwickeln, mit dem man optimale Speisepläne bestimmen kann.

Wenn der Benutzer genauere Ergebnisse erhalten möchte, kann er selbst die entsprechenden Preise eingeben. So können z. B. regionale und saisonale Schwankungen der Preise berücksichtigt werden und auch selbstangebautes oder/und geschenktes Obst und Gemüse mit einbezogen werden.

### 8.2.3 Arbeitszeiten

Für die Arbeitszeiten bei der Zubereitung von Speisen wurden Durchschnittswerte verwendet. Als Kritik könnte angeführt werden, dass jeder unterschiedlich schnell arbeitet. Die absoluten Werte stimmen dann zwar nicht mit der Realität überein, aber die Relationen der einzelnen Speisen bleiben gleich. Falls also die Zielsetzung minimale Arbeitskosten gewählt wird, werden trotzdem die gleichen Speisen für den entsprechenden Speiseplan ausgewählt. Nur die tatsächlichen Arbeitskosten insgesamt sind entweder höher oder niedriger als die berechneten.

## 8.3 Methode

Das im Informationssystem verwendete Modell hat eine variable Größe, je nach Eingaben eines privaten Haushaltes.

Das Modell zur Speiseplanerstellung für den Beispielhaushalt von Kapitel 7 mit vier Personen besteht aus 3.180 Variablen, davon 618 ganzzahlige Variablen und 5.065 Gleichungen bzw. Ungleichungen. Es können alle Speisen aus der Datenbank von ISBO ausgewählt werden, d.h. dass keine Einschränkungen gemacht werden.

Hieraus ist ersichtlich, dass ein sehr großes Modell entsteht. Eine ganzzahlige Lösung benötigt aber einen sehr hohen Rechenaufwand (teilweise Rechenzeiten für die Speisepläne von einer Woche).

Aufgrund dieser Tatsache wurde die Vorgehensweise von STEINEL (1992) übernommen. STEINEL suchte meist nach der ersten ganzzahligen Lösung und brach danach die Berechnungen ab. Sie zeigte, dass die erste ganzzahlige Lösung sehr nahe an der tatsächlichen optimalen Lösung lag. Vereinfachend wird auch in der vorliegenden Arbeit bei diesen Ergebnissen die Bezeichnung „optimal“ verwendet.

Die große Anzahl der Binärvariablen scheint jedoch gerechtfertigt, um die Anwendbarkeit und die Akzeptanz des Informationssystems zu gewährleisten.

Die Rechenzeit kann der private Haushalt selbst durch seine Speisenauswahl beeinflussen. Wenn er bestimmte Speisen oder Speisengruppen aus seinem Speiseplan ausschließt oder die Mahlzeitenhäufigkeit verringert, kann er damit auch die Rechenzeit verkürzen.

Eine weitere Beschleunigung der Rechenzeit unter Beibehaltung der Anzahl der Binärvariablen kann durch den Einsatz von leistungsfähigeren PCs und die Verwendung der neuesten Programmversionen von What´s Best! erreicht werden.

## 8.4 Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse des Beispielhaushaltes im Vergleich zu den unterschiedlichen Zielsetzungen, Verzehrsgewohnheiten und Personenanzahl erläutert. Es werden die entstehenden Kosten und die ausgewählten Speisen betrachtet. Danach erfolgt die Betrachtung der ermittelten Speisepläne auf Nährstoff- und Lebensmittel-Ebene.

### 8.4.1 Lebensmittelkosten und Arbeitskosten

In diesem Abschnitt werden die unterschiedlichen Lebensmittel- und Arbeitskosten verglichen. In folgender Tabelle sind die einzelnen Speisepläne mit den entstehenden Kosten aufgelistet:

**Tabelle 8: Minimale Lebensmittel- und Arbeitskosten der Beispielspeisepläne**

| Speisepläne | Lebensmittelkosten (DM) | | Arbeitskosten (Minuten) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | gesamt | pro Person und Tag | gesamt | fix | pro Person und Tag |
| Ausgangsspeiseplan | 146,24 | 5,22 | 640 | 329 | 11,11 |
| Speiseplan mit minimaler Arbeitszeit | 422,43 | 15,09 | 132 | 112 | 0,71 |
| Speiseplan für einen Tag | 37,65 | 9,41 | 75 | 47 | 7,11 |
| Fleischloser Speiseplan | 148,91 | 5,32 | 653 | 333 | 11,43 |
| Speiseplan mit nur 3 Mahlzeiten pro Tag | 140,82 | 5,03 | 521 | 172 | 12,46 |
| Speiseplan nur für die Eltern | 70,10 | 5,01 | 491 | 336 | 11,07 |
| Speiseplan nur für die Kinder | 64,78 | 4,63 | 461 | 305 | 11,14 |

*Lebensmittelkosten:*

Bei dem Ausgangsspeiseplan mit der Zielsetzung minimale Lebensmittelkosten liegen diese bei insgesamt 146,24 DM pro Woche. Bei dem Speiseplan mit der Zielsetzung minimale Arbeitszeit betragen die Lebensmittelkosten fast dreimal soviel, nämlich 422,43 DM pro Woche. Das läßt sich durch die Auswahl der Speisen erklären. Wie zu erwarten war, stehen auf der Liste des Speiseplans mit minimalen Arbeitskosten vor allem Fertigprodukte und Tiefkühlwaren, was die Lebensmittelkosten des Speiseplans natürlich erhöht. Das betrifft alle Mahlzeiten. Zum Frühstück bzw. Abendessen werden fast ausschließlich fertig zubereitete Brotbeläge ausgewählt. Die Snacks bzw. Nachspeisen enthalten zum einen Obst und zum anderen verzehrsfertige Milchprodukte. Die Ausnahme bildet hier die ausgewählte Speise Weincreme, bei der die fixe Arbeitszeit von über 8 Minuten pro Einheitsportion zum Vergleich zu den anderen Snacks bzw. Nachspeisen relativ hoch ist. Die Auswahl läßt sich mit dem

sehr hohen Gehalt von fast 4 µg pro Einheitsportion an Vitamin D erklären. Bei den Suppen werden Konserven oder Trockenprodukte vorgeschlagen, was ebenfalls die Lebensmittelkosten erhöht.

Die minimalen Lebensmittelkosten des Speiseplanes für einen Tag betragen insgesamt 37,65 DM. Dieser Wert liegt fast doppelt so hoch wie der Wert, der sich ergibt, wenn man die Lebensmittelkosten des Ausgangsspeiseplanes für einen Tag berechnet.

Zum einen liegt es daran, dass die Himbeeren mit 1,74 DM pro Einheitsportion im Vergleich zu den anderen Snacks bzw. Nachspeisen relativ teuer sind. Die Himbeeren werden vermutlich wegen mehrerer günstiger Nährstoffgehalte gewählt (Ballaststoffe 8,04 g, Folsäure 17,50 µg, Magnesium 36,25 mg, Eisen 1,2 mg jeweils pro Portion).

Zum anderen können im Vergleichsspeiseplan teurere Speisen mit anderen günstigeren Speisen ausgeglichen werden. Beim Speiseplan für einen Tag ist zwar der gegrillte Hering mit 0,69 DM pro Portion nicht den teueren Speisen zuzuordnen, aber zu diesem Gericht muss noch eine stärkereiche Beilage gewählt werden, in diesem Fall Kartoffelschmarren, was dann insgesamt 1,57 DM pro Portion ausmacht. Der Kartoffelschmarren wird deswegen in den Speiseplan gewählt, weil er bei fast allen Nährstoffen hohe Werte zeigt. Am auffälligsten ist es bei den Ballaststoffen mit 8,04 g, bei der Folsäure mit 54 µg und bei Eisen mit 3,3 mg jeweils pro Einheitsportion.

Im Vergleichspeiseplan werden aber zum Mittagessen zusätzlich zum gegrillten Hering sehr günstige Hauptspeisen gewählt, wie z.B. Pfannkuchen mit Schokoladensoße mit 0,54 DM pro Einheitsportion. Daraus resultieren dann insgesamt niedrigere Lebensmittelkosten.

Im Vergleich zum Ausgangsspeiseplan zeigt der fleischlose Speiseplan mit insgesamt 148,91 DM pro Woche einen ähnlichen Wert für die minimalen Lebensmittelkosten an. Das liegt daran, dass für beide Speisepläne fast die gleichen Speisen ausgewählt werden.

Der Speiseplan mit nur 3 Hauptmahlzeiten liegt mit insgesamt 140,82 DM pro Woche ebenfalls nah an dem Wert des Vergleichsspeiseplanes, was wieder durch die ähnliche Speisenauswahl zustande kommt. Der im Vergleich etwas niedrigere Wert der

Lebensmittelkosten kann durch die nicht vorhandenen Snacks bzw. Nachspeisen und Suppen erklärt werden.

Wenn man den Speiseplan für die Eltern mit Kosten von insgesamt 70,10 DM pro Woche auf eine Anzahl von vier Personen umrechnet, liegt er nahe bei dem Vergleichswert. Auch hier werden ähnliche Speisen im Vergleich zum Speiseplan unter 7.2.1 bestimmt. Der etwas niedrigere Wert kann durch die Auswahl von Bockwurst erklärt werden, da diese Speise im Vergleich zu den anderen Speisen aus dieser Gruppe mit einem Preis von 0,36 DM pro Portion relativ gering ist.

Mit insgesamt 64,78 DM minimalen Lebensmittelkosten pro Woche zeigt der Speiseplan für die Kinder einen etwas niedrigeren Wert an als der Speiseplan für die Eltern. Das läßt sich mit dem etwas höheren Energiebedarf der Eltern von 27.991,77 kcal pro Woche im Gegensatz zu dem Energiebedarf der Kinder von 27.650,00 kcal pro Woche erklären. Die Zufuhr vieler weiterer Nährstoffe wird auf Grundlage der Energiezufuhr berechnet, so dass auch hier höhere Werte für die Eltern vorliegen. Deshalb muss auch eine größere Menge der entsprechenden Speisen verzehrt werden, was eine Erhöhung der Lebensmittelkosten zur Folge hat. Ansonsten werden wieder ähnliche Speisen bestimmt.

*Arbeitskosten:*

Für die Zubereitung der Speisen werden beim Ausgangsspeiseplan insgesamt 640 Minuten Arbeitskosten pro Woche errechnet. So weist der Vergleichspeiseplan fast fünfmal so hohe Arbeitskosten auf wie der Speiseplan mit der Zielsetzung minimale Arbeitskosten mit insgesamt 132 Minuten pro Woche. Das läßt sich vor allem dadurch erklären, dass (wie schon oben beschrieben) im letzteren Tiefkühl- und Fertigprodukte ausgewählt werden, die keine oder nur wenig Arbeitskosten benötigen. So wird zusätzlich bei den Snacks bzw. Nachspeisen öfter Obst ausgewählt, dass vor dem Verzehr nur gewaschen und nicht weiterverarbeitet werden muss. Im Gegensatz dazu werden beim Ausgangsspeiseplan zu diesen Mahlzeiten meist zeitaufwendigere Speisen ausgewählt.

Was noch auffällt, ist, dass beim Ausgangsspeiseplan der Anteil der fixen Arbeitskosten mit 329 Minuten pro Woche in etwa die Hälfte der gesamten Arbeitskosten beträgt. Bei dem Speiseplan mit der Zielsetzung minimale Arbeitskosten betragen die fixen Arbeitskosten 112 von 132 Minuten. So ergeben sich die gesamten Arbeitsko

sten fast ausschließlich aus den fixen Arbeitskosten, die unabhängig von der Speisenmenge, aber abhängig von der Speisenart sind.

Bei den Speiseplänen ist die Anzahl der auszuwählenden Speisenarten festgelegt. Die Speisenarten bestimmen die fixen Arbeitskosten. Die variablen Arbeitskosten, die durch die Speisenmengen bestimmt sind, werden dann so gering wie möglich gehalten.

Die Arbeitskosten des Speiseplanes für einen Tag betragen 75 Minuten pro Tag. Der auf eine Person umgerechnete Wert von 7,11 Minuten liegt somit niedriger als der Vergleichswert von 11,11 Minuten pro Tag und Person. Das kann man damit erklären, dass bei der Zubereitung der für diesen Speiseplan ausgewählten Himbeeren und des gegrillten Herings relativ wenig Arbeitszeit auftreten. Beim Vergleichsspeiseplan fallen dann zusätzlich die höheren Arbeitskosten für die Zubereitung von Hauptspeisen aus Getreide und Getreideprodukten ins Gewicht.

Der fleischlose Speiseplan zeigt mit 653 Minuten gesamten und 333 Minuten fixen Arbeitskosten pro Woche und Haushalt ähnliche Werte wie der Vergleichsspeiseplan, was sich durch die Auswahl ähnlicher Speisen erklären läßt.

Der Speiseplan mit nur drei Mahlzeiten zeigt, wie erwartet, mit insgesamt 521 Minuten Arbeitskosten pro Woche und Haushalt einen niedrigeren Wert an. Das liegt vor allem daran, dass bei diesem Speiseplan keine Suppen, Nachspeisen und Snacks ausgewählt werden, und damit die Arbeitskosten für diese Speisen wegfallen. Bemerkenswert ist, dass die fixen Arbeitskosten 172 Minuten betragen, also nur ein Drittel der gesamten Arbeitskosten ausmachen; im Gegensatz zu der Hälfte im Vergleichsspeiseplan. Die variablen Arbeitskosten betragen also 2/3 der gesamten Arbeitskosten.

Das kann folgendermaßen erklärt werden. Da Suppen, Nachspeisen und Snacks aus dem Speiseplan fallen, werden weniger Speisenarten ausgewählt. Die fixen Arbeitskosten sind aber von den Speisenarten abhängig. Deshalb liegen die fixen Arbeitskosten bei dem Speiseplan mit nur drei Mahlzeiten niedriger als bei dem Vergleichsspeiseplan. Da aber die gleichen Energiemengen erreicht werden müssen, müssen die einzelnen Speisenmengen höher liegen, was die höheren variablen Arbeitskosten erklärt, die von der Speisenmenge abhängen.

Zur Zubereitung des Speiseplans für die Eltern werden 491 Minuten gesamte Arbeitskosten benötigt. Die fixen Arbeitskosten betragen 336 Minuten. Die Arbeitskosten halbieren sich also nicht, wenn man die Speisen nur für die halbe Anzahl an Personen zubereitet. Die fixen Arbeitskosten ähneln denen des Vergleichsspeiseplans, da ähnliche Speisearten ausgewählt werden. Die variablen Arbeitskosten sind geringer, da man kleinere Speisenmengen verarbeitet.

Der Speiseplan für die Kinder zeigt mit gesamten Arbeitskosten von 461 Minuten und fixen Arbeitskosten von 305 Minuten etwas geringere Werte als der Speiseplan der Eltern. Das liegt an dem geringeren Bedarf an Nährstoffen und somit auch geringerem Bedarf an Speisenmengen.

### 8.4.2 Speisen

In diesem Kapitel werden die Speisen betrachtet, die am häufigsten ausgewählt werden.

Die Speisen *Haferflockensuppe*, *gegrillter Hering*, *Würziges Gemüse mit Banane*, *würziger Mais* und das Getränk *selbsthergestellter Möhrensaft* wurden in fast alle Speisepläne gewählt.

*Haferflockensuppe* wird in fast jeden Speiseplan gewählt (außer in den Speiseplan für einen Tag und in den Speiseplan mit nur drei Hauptmahlzeiten). Diese Suppe ist zum einen wegen des niedrigen Preises von 0,24 DM pro Einheitsportion für die Zielsetzung minimale Lebensmittelkosten interessant. Zum anderen kann die Auswahl dieser Speise auch bei dem Speiseplan mit der Zielsetzung minimale Arbeitskosten mit den relativ niedrigen fixen Arbeitskosten von 3,63 Minuten pro Einheitsportion und den ebenfalls relativ niedrigen variablen Arbeitskosten von 0,22 Minuten pro Einheitsportion erklärt werden.

Die Hauptspeise *gegrillter Hering* kommt in allen Speiseplänen vor. Das hat mehrere Gründe. Diese Speise ist mit einem Preis von 0,69 DM pro Einheitsportion im Vergleich zu den übrigen Hauptspeisen relativ günstig, weshalb sie für die Zielsetzung minimale Lebensmittelkosten ausgewählt wurde. Für die Zielsetzung minimale Arbeitskosten wurde sie ebenfalls ausgewählt, da die fixen Arbeitskosten mit 2,42 Minuten pro Einheitsportion und variablen Arbeitskosten mit 0,23 Minuten pro Einheitsportion relativ niedrig liegen.

Einen weiteren Vorteil stellt der hohe Gehalt von 33 µg Vitamin D pro Einheitsportion dar, der um ein Vielfaches höher liegt als bei den meisten Hauptspeisen.

Die in fast jedem Speiseplan (außer dem Speiseplan für einen Tag) vorkommende Gemüsebeilage *Würziges Gemüse mit Banane* weist niedrige fixe Arbeitskosten von 4,15 Minuten pro Einheitsportion auf, was ein Grund zur Auswahl in den Speiseplan mit der Zielsetzung minimale Arbeitskosten sein kann. Positiv fällt auch der hohe Kohlenhydratwert von 45 g pro Einheitsportion auf, der wesentlich höher ist als die Werte der übrigen Gemüsebeilagen. Gerade eine Erhöhung der Kohlenhydratzufuhr wird von der DGE empfohlen. (DGE, 2000a) Daneben liegen auch die Gehalte von 606 µg Vitamin $B_6$ pro Einheitsportion und von 698 mg Kalium pro Einheitsportion im Vergleich zu den anderen Gemüsebeilagen höher.

Als zweite Gemüsebeilage steht die Speise *würziger Mais* in allen Speiseplänen. Für die Zielsetzung minimale Lebensmittelkosten spricht der relativ niedrige Preis von 0,49 DM pro Einheitsportion. Auch die fixen Arbeitskosten von 3,02 Minuten und die variablen Arbeitskosten von 0,03 Minuten pro Einheitsportion liegen im Vergleich zu den restlichen Werten niedriger. Daneben hat diese Speise einen relativ hohen Gehalt von 38 g Kohlenhydraten pro Einheitsportion.

Bei fast allen Speiseplänen und bei fast allen Haushaltsmitgliedern wurde *selbsthergestellter Möhrensaft* als Getränk gewählt. Mit einem Preis von 0,58 DM pro Einheitsportion liegt der Möhrensaft eher im Mittelbereich. Die Arbeitskosten von 0,5 Minuten fixer und 2,66 Minuten variabler Arbeitskosten pro Einheitsportion sind relativ hoch. Der Grund, warum dieses Getränk dennoch in den Speiseplan aufgenommen wurde, sind neben seinem hohen Gehalt an Vitamin A die relativ hohen Gehalte an Kalium, Magnesium, Eisen und Zink im Vergleich zu den anderen Getränken.

### 8.4.3 Speisepläne

In diesem Unterkapitel werden die erstellten Speisepläne auf der Nährstoff- und Lebensmittel-Ebene diskutiert.

#### 8.4.3.1 Nährstoff-Ebene

In dem folgenden Abschnitt werden die berücksichtigten Nährstoffe erläutert.

*Energie:*

Bei allen Speiseplänen liegt bei mehreren Haushaltsmitgliedern die Energiezufuhr an der unteren Grenze. Nur bei dem Speiseplan mit minimalen Arbeitskosten erreicht der Energiegehalt für die Eltern und Lukas die Obergrenze. Der 3 Mahlzeiten-Speiseplan liefert für Sabine die maximal empfohlene Energiezufuhr.

*Fett:*

Alle Speisepläne mit Ausnahme des Plans für einen Tag und des der Eltern weisen für jeweils ein oder zwei Haushaltsmitglieder Fettmengen auf, die am unteren Limit liegen. Das kann durch die knapp erreichte Energiezufuhr erklärt werden, da ja Fett mit 9 Kilokalorien pro Gramm gut doppelt soviel Energie liefert wie die beiden anderen Hauptnährstoffe Protein und Kohlenhydrate.

*Kohlenhydrate:*

Nur bei dem Speiseplan der Eltern liegt Sabine an der Untergrenze für die Zufuhr an Kohlenhydraten. Ansonsten wird dieser Nährstoff ausreichend zugeführt, was nach DGE wünschenswert ist, da dadurch die Fettaufnahme verringert werden kann.

*Ballaststoffe:*

Bei dem Speiseplan mit der Zielsetzung minimale Arbeitskosten liegt Klaus an der Untergrenze der empfohlenen Ballaststoffzufuhr. Die anderen Pläne zeigen eine gute Versorgung mit diesem Inhaltsstoff. Das macht deutlich, dass nicht nur Vollkornprodukte verzehrt werden müssen, da z.B. auch Mischbrot und Brötchen zum Frühstück bzw. Abendessen vorgeschlagen werden. Aber über die häufige Auswahl von Gemüsebeilagen und getreidehaltige Suppen und Snacks bzw. Nachspeisen kann ein ausreichender Ballaststoffgehalt des Speiseplans erreicht werden. So empfiehlt auch die DGE, dass die Hälfte der Ernährung aus Getreideprodukten, Kartoffeln, Gemüse und Obst bestehen sollte. (DGE, 2000a)

*Vitamin A:*

Positiv zu bewerten ist, dass die Vitamin A-Zufuhr nur bei dem Speiseplan für einen Tag bei Lukas und bei dem Speiseplan der Kinder für Nina an der unteren Grenze liegt. Auffällig ist, dass sich teilweise sehr hohe Vitamin A-Gehalte der Speisepläne ergeben. Zum einen liegt das an der ausgewählten Speise „Leber-Apfel-Gulasch“,

zum anderen an dem Getränk „selbst hergestellter Möhrensaft“. Die Gefahr einer Hypervitaminose besteht aber nicht, denn im ISBO wird darauf hingewiesen, dass Innereien nur selten und nicht jede Woche gegessen werden sollten. Bei einer erneuten Berechnung des Speiseplans können dann Innereien ausgeschlossen werden. Durch die zweite Vitamin A-Quelle, den Möhrensaft, kann es ebenfalls nicht zu einer Überdosierung kommen, da in Möhren das Provitamin A enthalten ist, das nur bei Bedarf in Vitamin A umgewandelt wird. Durch Provitamin A kann keine Überdosierung erfolgen. (DGE, 1992)

*Vitamin D:*

Bei den Speiseplänen mit minimalen Arbeitskosten, nur für die Eltern und fleischlosem Speiseplan ist der Vitamin D-Gehalt für ein oder mehrere Haushaltsmitglieder ein limitierender Faktor. Auch STEINEL (1992) beschreibt in ihrer Arbeit, dass die empfohlenen Werte der DGE nur schwer erreichbar sind und verwendet bei der Bedingung für die Vitamin D-Zufuhr nur die Hälfte des empfohlenen Wertes als Untergrenze. Ein weiteres Problem stellen die Vitamin-D-Gehalte im BLS dar, die als überhöht gelten. (KINDT, 2000)

*Vitamin E:*

Positiv ist, dass die Vitamin E-Zufuhr bei allen erstellten Speiseplänen nicht limitierend ist. Bei den dargestellten Berechnungen wurden aber noch die Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr der DGE (DGE, 1992) zugrunde gelegt. Die DACH-Referenzwerte (DGE et al., 2000) liegen bei den männlichen Altersgruppen etwas höher. Ein Vergleich auch mit diesen Werten zeigt, dass die Gehalte an Vitamin E in den Speiseplänen ausreichend sind.

*Vitamin C:*

Die Vitamin C-Gehalte sind in allen Speiseplänen für alle Personen ausreichend. Dies trifft ebenfalls zu, wenn die um ein Drittel höheren DACH-Referenzwerte (DGE et al., 2000) herangezogen werden.

*Vitamin $B_1$:*

Vitamin $B_1$ liegt nur bei dem Speiseplan mit minimalen Arbeitskosten und dem fleischlosen Speiseplan nicht an der Untergrenze der Zufuhrempfehlungen. Hier wurden wieder die Empfehlungen der DGE (DGE, 1992) verwendet. Die aktuelleren

DACH-Referenzwerte (DGE et al., 2000) weisen niedrigere Zahlen für dieses Vitamin auf, so dass man von einer ausreichenden Zufuhr ausgehen kann.

*Vitamin $B_6$:*

Bei Klaus ist dreimal und bei Sabine einmal die Vitamin $B_6$ -Zufuhr limitierend. Ähnlich wie bei Vitamin $B_1$ liegen die neueren DACH-Referenzwerte (DGE et al., 2000) niedriger als die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Werte der DGE. So wird vermutlich auch dieser Nährstoff in ausreichender Menge zugeführt.

*Folsäure:*

Die Folsäure-Gehalte liegen bei allen Speiseplänen (außer bei dem Speiseplan für einen Tag) an dem unteren Limit. Gerade bei Sabine zeigt sich eine knappe Zufuhr. Diese Tatsache wird noch dadurch verschärft, dass die aktuellen DACH-Referenzwerte (DGE et al., 2000) um ein Drittel höher liegen als die im ISBO zugrunde liegenden Daten. Mit den errechneten Speiseplänen wird es also dann schwierig, eine ausreichende Folsäurezufuhr zu erzielen.

*Calcium:*

Bei dem Speiseplan mit nur 3 Mahlzeiten liegt die Calcium-Zufuhr für Sabine an der Untergrenze der Empfehlungen. Die restlichen Calcium-Gehalte sind ausreichend, wenn die Empfehlungen der DGE (DGE, 1992) zugrunde gelegt werden.

Falls die neueren DACH-Referenzwerte, die sich um 25 % erhöht haben, herangezogen werden, ergibt sich folgendes: Beim Vergleichsspeiseplan liegt der Gehalt für Sabine knapp unter dem angegebenen Wert. Auch bei dem Speiseplan mit nur 3 Mahlzeiten sind die Calcium-Gehalte für Sabine, Nina und Lukas zu niedrig. Die Calcium-Werte aller anderen Speisepläne liegen aber sogar über den höheren DACH-Referenzwerten. (DGE et al., 2000)

*Eisen:*

Eisen wird im Ernährungsbericht 2000 (DGE, 2000a), gerade für Mädchen sowie Frauen in den Wechseljahren, als kritischer Nährstoff bezeichnet. Um so erfreulicher ist es, dass die Eisenzufuhr bei allen berechneten Speiseplänen keinen limitierenden Faktor darstellt, obwohl relativ selten Fleisch und Wurst ausgewählt werden. Diese Lebensmittelgruppen stellen ja die Hauptlieferanten von Eisen dar, da hier die Re

sorbierbarkeit am höchsten ist. Die Resorbierbarkeit von Eisen aus nicht tierischen Lebensmitteln kann aber durch Vitamin C erhöht werden. Die ermittelten Speisepläne zeigen eine ausreichende Versorgung mit Vitamin C. So kann z.B. auch aus Vollkornprodukten dieser Nährstoff besser verwertet werden.

*Zink:*

Auffällig ist, dass für Klaus Zink in allen Speiseplänen limitierend ist. Die neueren DACH- Referenzwerte (DGE et al., 2000) liegen aber niedriger als die in ISBO verwendeten Werte, so dass anzunehmen ist, dass eine ausreichende Zinkzufuhr erreicht werden kann.

*Linolsäure:*

Nur bei dem Speiseplan für einen Tag und dem fleischlosen Speiseplan liegt der Linolsäure-Gehalt für Klaus an der Untergrenze der Zufuhrempfehlungen. Auch der Ernährungsbericht 2000 (DGE, 2000a) stellt eine gute Bedarfsdeckung bei der deutschen Bevölkerung fest.

*Natriumchlorid:*

Positiv zu bewerten ist, dass die Natriumchlorid-Zufuhr bei allen Speiseplänen unter dem empfohlenen Wert liegt. Nur bei dem Speiseplan mit minimalen Arbeitskosten werden die Grenzen genau erreicht. So wird die Empfehlung, möglichst wenig Kochsalz zu verwenden, eingehalten. Ob der Benutzer in der Praxis tatsächlich nur die Kochsalzmengen, die in den Rezepten angegeben sind, verwendet, ist eine andere Frage. Da ja in der Praxis gerade Kochsalz nicht abgewogen, sondern nach Belieben verwendet wird.

#### 8.4.3.2 Lebensmittel-Ebene

In diesem Teil der Arbeit werden die ermittelten Speisepläne daraufhin untersucht, welche Lebensmittel ausgewählt wurden.

*Kartoffeln und Getreideprodukte:*

Diese Lebensmittelgruppen liefern vor allem komplexe Kohlenhydrate.

Bei dem Speiseplan mit der Zielsetzung minimale Arbeitskosten stehen an fünf Tagen Speisen aus Kartoffeln auf der Liste. Bei allen anderen Plänen gibt es ein- bis

zweimal pro Woche Kartoffelbeilagen. Daneben werden bei den Suppen getreidehaltige Speisen (wie Haferflockensuppe, Grünkernklößchensuppe) ausgewählt. Die Hauptspeisen bestehen zum Teil ebenfalls als Hauptkomponente aus Getreide (wie Käsespätzle, Grießklöße, Grießschnitten, Pfannkuchen). Zum Frühstück und Abendessen werden Brot oder Brötchen gegessen. So wird die Empfehlung der DGE, den Kartoffelverzehr zu erhöhen und mehrmals täglich Getreideprodukte zu essen, (DGE, 1997) eingehalten.

Bei der Auswahl an Speisen fällt aber auf, dass relativ wenige Speisen aus Vollkornprodukten auftreten. Die DGE schlägt aber vor, den Verzehr von mindestens der Hälfte der Zufuhr über Vollkornprodukte abzudecken, damit der Gehalt an Ballaststoffen ausreichend ist. Der Ballaststoffgehalt der bestimmten Speisepläne liegt aber über den empfohlenen Mengen, da zu jeder Hauptmahlzeit eine Gemüse- bzw. Salatbeilage gewählt wird. Daneben werden Speisen mit Hülsenfrüchten (Erbsensuppe, Erbsenpüree, Türkisches Bohnengericht) ausgewählt, die einen hohen Gehalt an Ballaststoffen aufweisen.

Die Berechnungen in dieser Arbeit zeigen, dass auch süße Speisen ausgewählt werden. Hier werden vor allem diverse Puddings und Cremes als Nachspeise oder Snack ausgewählt. Das liegt überwiegend an den niedrigeren Preisen im Vergleich zu den Preisen von Obst, das auch zu diesen Mahlzeiten gewählt werden könnte. Darüber hinaus liefern diese Snacks und Nachspeisen Calcium.

Auch der Brotbelag ist häufig süß und besteht aus Marmelade, Gelee, Honig und Nussnougatcreme. Diese Lebensmittel sind ebenfalls wieder im Preis günstiger als der noch zur Verfügung stehende salzige Brotbelag. Ein weiterer Vorteil liegt in dem niedrigeren Fettgehalt des süßen gegenüber dem salzigen Brotbelag. Die Nussnougatcreme enthält zwar im Vergleich zu den anderen süßen Belägen mit 2,33 g Fett pro Portion relativ viel von diesem Inhaltsstoff, aber die Fettgehalte der salzigen Brotbeläge liegen fast alle höher.

*Obst und Gemüse:*

Auffällig ist, dass in allen berechneten Speiseplänen, außer dem Speiseplan mit minimalen Arbeitskosten und dem Speiseplan für einen Tag, kaum Obst vorkommt. Das liegt, wie oben schon beschrieben, vor allem an den niedrigeren Preisen von Puddings und Cremes, die als Nachspeise oder Snack ausgewählt werden.

Die DGE empfiehlt täglich fünfmal Obst und Gemüse zu verzehren (DGE, 1997). Das Defizit im Obstkonsum wird durch den Verzehr von Gemüse und Gemüsesäften ausgeglichen. Die Gemüseauswahl wird durch Nebenbedingungen gewährleistet, die festlegen, dass zu jeder Hauptmahlzeit eine Gemüse- bzw. Salatbeilage gereicht wird.

*Milch und Milchprodukte:*

In allen Speiseplänen sind Milch und Milchprodukte stark vertreten. Vor allem bei den Snacks bzw. Nachspeisen stehen diese Lebensmittel auf dem Speiseplan. Bei dem Speiseplan mit 3 Mahlzeiten pro Tag vertreten Speisen wie Grießbrei, Spätzle, Pfannkuchen und russischer Quark diese Gruppe. Auch die DGE empfiehlt, täglich Milch und Milchprodukte zu essen (DGE, 1997), um vor allem ausreichend mit Calcium versorgt zu werden.

*Eierverzehr:*

Die DGE empfiehlt, pro Woche nicht mehr als zwei bis drei Eier zu essen, um die Cholesterinzufuhr niedrig zu halten. Die Anzahl der Eier wird bei den berechneten Speiseplänen meist überschritten. Die Beispiel-Speisepläne zeigen aber meist keine starken Überschreitungen der Cholesterinzufuhr von 300 mg pro Tag, die für Personen mit Fettstoffwechselstörungen berücksichtigt werden muss.

*Fischverzehr:*

In jedem berechneten Speiseplan kommt gegrillter Hering auf den Tisch. Die DGE empfiehlt wegen der Jodversorgung den Verzehr von mindestens einmal Seefisch pro Woche. In dem entwickelten Informationssystem wird aber der Jodbedarf nicht berücksichtigt, da die Jodgehalte der Lebensmittel eine weite regionale Schwankungsbreite aufweisen und vor allem vom Anbaugebiet abhängig und gerade Bayern ein Endemiegebiet ist (ARBEITSKREIS JODMANGEL, 1997). In dem Informationssystem wird aber die Verwendung von Jodsalz und mit Jodsalz hergestellter Produkte empfohlen. Die DGE (DGE, 2000a) berichtet, dass 75 % der Haushalte bereits Jodsalz verwenden, jedoch immer noch Versorgungslücken vorhanden sind.

*Fleischverzehr:*

Bei den betrachteten Speiseplänen liegt der Fleischverzehr zwischen zwei- und sechsmal pro Woche, außer bei dem fleischlosen Speiseplan, dem Speiseplan für

einen Tag (ganz ohne Fleisch) und dem Speiseplan mit minimalen Arbeitskosten. Die ausgewählten Speisen Markklößchen, Leberklößchen, Speckpfannkuchen und Gulaschsuppe enthalten jedoch relativ wenig Fleisch. Der Speiseplan mit den minimalen Arbeitskosten sieht sieben Fleischmahlzeiten vor.

Die DGE empfiehlt einen Fleischverzehr von zwei- bis dreimal pro Woche, um die Fett- und Cholesterinzufuhr zu beschränken (DGE, 1992). Nur der Speiseplan mit den minimalen Arbeitskosten übersteigt diese Empfehlung, da gerade die ausgewählten Fleischgerichte relativ wenig Arbeitszeit benötigen. Die Fettzufuhr der Haushaltsmitglieder überschreitet aber nicht die Grenze der Empfehlungen. Der Cholesteringehalt ist bei diesem Speiseplan sogar niedriger als bei den anderen.

## 8.5 Unterschiede von ISBO zu bereits bestehenden Computerprogrammen

In diesem Kapitel sollen die Unterschiede zwischen ISBO und den bereits bestehenden Computerprogrammen zur Planung der Ernährung aufgezeigt werden.

Das hauptsächliche Ziel der meisten Computerprogramme ohne Optimierung (3.2.1) im Bereich Ernährungsberatung ist es, den derzeitigen Ernährungsstatus der Haushaltsmitglieder zu berechnen. Als Zusatzfunktion können Speisepläne nur manuell erstellt werden. Diese Vorgehensweise ist sehr zeitaufwendig.

Aber gerade Speisepläne mit Rezeptvorschlägen sind für die Umsetzung der allgemeinen Grundsätze einer gesunden Ernährung in den Alltag für den privaten Haushalt von großer Bedeutung.

Die Computerprogramme mit Optimierung (3.2.2) können zwar implizite Speisepläne erstellen. Das bedeutet, dass alle Speisen für einen Planungszeitraum in einer Tabelle aufgelistet sind. Sie sind aber nicht den einzelnen Tagen und Mahlzeiten zugeordnet. Dies muss wiederum manuell geschehen.

Im Gegensatz dazu erstellt bei ISBO der Computer automatisch explizite Speisepläne. Explizite Speisepläne geben an, welche Speisen in welchen Mengen, zu welchen Mahlzeiten und an welchen Wochentagen innerhalb eines Planungszeitraums gegessen werden können.

Die Computerprogramme mit Optimierung (3.2.2) enthalten eine Funktion der optimierten Ernährungsplanung. Als Methode wurde hier Fuzzy Logic verwendet, im Ge

gensatz dazu bei ISBO die Lineare Optimierung. Bei den bereits bestehenden Programmen wurden die Verzehrsgewohnheiten folgendermaßen berücksichtigt: Die derzeitige Ernährung der Haushaltsmitglieder wird festgehalten. Ernährungsfehler sollen dem privaten Haushalt aufgezeigt werden. Die neu erstellten Speisepläne sollen dann möglichst wenig von der vorherigen Ernährungsweise abweichen.

Bei den bereits existierenden Programmen wird für die Erstellung der Speisepläne nur eine Person oder Personengruppe berücksichtigt. In der Realität müssen aber alle Haushaltsmitglieder gleichzeitig betrachtet werden, da diese letztendlich die gleichen Speisen essen. Es kann dem privaten Haushalt nicht zugemutet werden, für jedes Mitglied unterschiedliche Mahlzeiten zu zubereiten.

Deshalb können in ISBO die Daten für mehrere Personen gleichzeitig eingegeben werden. Im Ergebnis stehen dann die gleichen Speisen für alle Haushaltsmitglieder mit den jeweiligen dazugehörigen Speisenmengen.

Bei den bereits bestehenden Computerprogrammen (3.2.1 und 3.2.2) steht bei der Planung der Ernährung die Deckung des Nährstoffbedarfs im Vordergrund. In seltenen Fällen werden Kosten mit angegeben, aber nicht optimiert. Arbeitszeiten werden nicht berechnet.

Gerade diese zwei Faktoren sind für die Auswahl der Speisen, die der private Haushalt letztendlich verzehrt, von großer Bedeutung. Deshalb werden die Kosten und Arbeitszeiten für die Zubereitung der Speisen bei ISBO berücksichtigt. Der private Haushalt kann zwischen der Minimierung der Kosten oder der Arbeitszeiten wählen, wobei die Deckung der Nährstoffbedarfe für die einzelnen Haushaltsmitglieder eingehalten wird und Vorlieben und Abneigungen berücksichtigt werden.

# 9 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein computerunterstütztes Informationssystem zu erstellen, mit dem eine optimale Ernährung des privaten Haushaltes bestimmt werden kann.

Im zweiten Kapitel werden anfangs einige Definitionen erläutert, die für das entwikkelte Informationssystem von Bedeutung sind. Dabei wird aufgezeigt, dass die Ernährung sowohl unerwünschte Kosten als auch erwünschten Nutzen aufweist. Ein privater Haushalt wird bestrebt sein, die anfallenden Kosten so gering wie möglich zu halten und gleichzeitig einen bestimmten Nutzen zu erreichen. Diese optimale Ernährung kann mit Hilfe des Informationssystems erstellt werden. Dabei besteht das Informationssystem aus einer Modell-, Daten- und Methodenbank.

In der Literaturübersicht im dritten Kapitel werden die verschiedenen Modelle zur Speiseplanung dargestellt. Man kann die Modelle aufgrund ihrer variablen Lebensmittelmengen, variablen Speisenmengen und/oder Speisenarten unterscheiden. Mit Hilfe von Computerprogrammen kann die Speiseplanerstellung wesentlich erleichtert werden. In dem daran anschließenden Überblick werden solche Programme betrachtet. Man unterscheidet zwischen Programmen ohne und mit Optimierung. Bei den Programmen mit Optimierung sind nicht die Kosten minimal, sondern die Abweichungen von den üblichen Verzehrsgewohnheiten eines Benutzers, wobei die Nährstoffbedarfe gedeckt werden sollen.

Das vierte Kapitel beschreibt das Modell, nach dem die Speisepläne berechnet werden. Es wird das Modell von STEINEL (1992) verwendet, in dem simultan Speisenart und Speisenmengen durch Kombination von binären und stetigen Variablen bestimmt werden. Als Zielfunktion kann die Minimierung der Lebensmittel- oder Arbeitskosten ausgewählt werden. Als Nebenbedingungen müssen die Deckung der Nährstoffbedarfe und die Einhaltung der Verzehrsgewohnheiten berücksichtigt werden.

Im fünften Kapitel werden die Daten aufgezeigt, die für die Speiseplanung mit Hilfe des Informationssystems benötigt werden. Es sind benutzerunabhängige und benutzerabhängige Daten zu unterscheiden. Erstgenannte sind bereits in der Datenbank des Informationssystems gespeichert. Die benutzerabhängigen Daten muss ein Anwender selbst eingeben, womit er seine individuelle Situation darstellt.

Im sechsten Kapitel wird die Methode der linear gemischt-ganzzahligen Optimierung erläutert, die im Informationssystem verwendet wird. Zur Lösung des Problems werden mehrere Computerprogramme miteinander verknüpft. Die Bildschirmoberfläche und die Datenverwaltung werden durch MS-ACCESS dargestellt. What´s Best!, das in MS-EXCEL eingebunden ist, löst das Optimierungsproblem.

Im siebten Kapitel wird die Funktionsweise des ISBO anhand eines Beispielhaushaltes dargestellt, der sich aus zwei Erwachsenen und zwei Kindern zusammensetzt. Für diesen werden Speisepläne unter verschiedenen Bedingungen (unterschiedliche Zielsetzungen, Planungszeiträume, Verzehrsgewohnheiten) erstellt.

Im achten Kapitel werden das verwendete Modell, die Daten, die Methode, die Ergebnisse und die Unterschiede von ISBO zu bereits existierenden Programmen diskutiert. Ein Defizit in der Anwenderfreundlichkeit von ISBO liegt in der langen Rechenzeit. Die weitere Verbreitung der Informationstechnik im privaten Haushalt sowie die steigende Leistungsfähigkeit von Soft- und Hardware könnten hier eine Verbesserung erzielen.

Eine weitere Möglichkeit wäre ein Angebot der Speiseplanerstellung über das Internet. Der fertig berechnete Speiseplan könnte dem privaten Haushalt per e-mail zugeschickt werden. So fallen die Wartezeiten für die Berechnung am eigenen Computer weg.

Denkbar wäre auch eine Verknüpfung mit anderen Dienstleistungsprozessen, wie z.B. dem Einkauf und der Lieferung der Waren.

## LITERATURVERZEICHNIS


ARBEITSKREIS JODMANGEL (Hrsg.): Fakten zur Jodversorgung in Deutschland, Beilage zur Ernährungsumschau Nr.5. Groß-Gerau 1997

ARMSTRONG, R. D.; BALINTFY, J. L.; A Chance Constrained Multiple Choice Programming Algorithm. In: Operation Research 23 (1975), Nr. 3, S. 494 - 510

ARMSTRONG, R. D.; SINHA, P.: Application of Quasi-Integer Programming to the Solution of Menu Planning Problems with variable Portion Size. In: Management Science 21 (1974), Nr. 4, S. 474 – 482

ARNEY, W. K.; TIDDY, J. A.: The Importance of Food Preferences in Menu Planning. In: Australian Journal of Nutrition and Dietetics 49 (1992) Nr. 4, S.132 - 135

AUSWERTUNGS- UND INFORMATIONSDIENST FÜR ERNÄHRUNG, LANDSCHAFT UND FORSTEN e.V. (AID) (Hrsg.): Daten zur Analyse der Ernährung. Kartei mit Beiheft Bonn, 1984

AUSWERTUNGS- UND INFORMATIONSDIENST FÜR ERNÄHRUNG, LANDSCHAFT UND FORSTEN e.V. (AID) (Hrsg.). Vitamine und Mineralstoffe Offenbach, 1994

BALINTFY, J. L.: Menu Planning by Computer. In: Communications of the Association for Computing Machinery 7 (1964), Nr. 4, S. 255 – 259

BALINTFY, J. L.: The CAMP system for computerized menu plans. In: Hospitals, J. A. H. A. May (1971) Nr. 45, S. 92 - 96

BALINTFY, J. L.: The Cost of Decent Subsistence. In: Management Science 25 (1979), Nr. 10, S. 980 - 989

BALINTFY, J. L.; NETER, J.; WASSERMAN, W.: An Experimental Comparison Between fixed Weight and Linear Programming Food Price Indexes. In: Journal of the American Statistic Association 65 (1970a), Nr. 329, S. 49 – 60

BALINTFY, J. L.; NETER, J.; WASSERMAN, W.: Binary and Chain Comparisons with an experimental Linear Programming Food Price Index. In: The Review of Economics and Statistics 52 (1970b), S. 324 – 330

BALINTFY, J.; ROSS, G. T.; SINHA, P.; ZOLTNERS, A. A.: A Mathematical Programming System for Preference and Compatibility Maximized Menu Planning and Scheduling. In: Mathematical Programming 15 (1978), S. 63 - 76

BAUR, E.: Optimale Menüs für ausgewählte Systeme der Schulverpflegung und Schülergruppen. In: Hauswirtschaft und Wissenschaft 30 (1981), Nr. 3, S. 118 - 127

BAUR, E.; KARG, G.: Optimale Menüs für ausgewählte Systeme der Schulverpflegung und Schülergruppen. In: Hauswirtschaft und Wissenschaft 30 (1982), Nr. 3, S. 118 - 127

BIRK, D. (Hrsg.): Das große GU Vollwert-Kochbuch. München: Gräfe und Unze 1987

BLOECH, J.: Lineare Optimierung für Wirtschaftswissenschaftler. Opladen: Westdeutscher Verlag 1974

BOGNAR, A.; BALINTFY, J.: Anwendung einer quadratischen Programmierungsmethode für die Optimierung der Speiseplanung (Teil 1). In: Ernährungs-Umschau 29 (1982a), Nr. 4, S. 126 – 128

BOGNAR, A.; BALINTFY, J.: Anwendung einer quadratischen Programmierungsmethode für die Optimierung der Speiseplanung (Teil 2). In: Ernährungs-Umschau 29 (1982b), Nr. 5, S. 154 – 158

BRINK, A.; DAMHORST, H.; KRAMER, D.; v. ZWEHL, W.: Lineare und ganzzahlige Optimierung mit impac. München: Verlag Franz Vahlen 1991

BUISSON, J.-C.: Nutri-Expert, an educational software. In: International Journal of intelligent Systems 12 (1997), Nr. 11 – 12, S. 915 - 933

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (BMELF) (1998): Internet: htpp://www.agrar.de/archiv/1998/0059.htm

CALCMENU: Internet: htpp://www.calcmenu.com/deutsch

Chip 2000: Internet: htpp://www.chip.de/news_stories/news_stories_29568.html

CUVOS: Internet: htpp://www.cuvos.de

DAENZER, W. F. (Hrsg.): Systems Engineering. 2. Aufl. Zürich: Peter Hanstein Verlag 1978/79

DANTZIG, G. B.: Lineare Programmierung und Erweiterungen. Berlin: Springer 1966

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG e.V. (DGE) (Hrsg.): Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr 4.Auflage 1.Nachdruck. Frankfurt/Main: Umschau 1986

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG e.V. (DGE) (Hrsg.): Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. Frankfurt/Main: Umschau 1992

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG e.V. (DGE) (Hrsg.): DGE Broschüre: Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE. Frankfurt/M. 1997

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG e.V. (DGE): Internet: http://www.dge.de/Pages/navigation/fach_infos/dgepc0.htm, 1999

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG e.V. (DGE): Internet Ernährungsbericht 2000 http://www.verbraucherministerium.de/verbraucher/ themen/verbr/brochure/e-bericht/bericht.htm#kap1b, 2000a

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG e.V. (DGE): Internet: http://www.dge.de/Pages/navigation/verbraucher_info/eaktiv1.htm, 2000b

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR HAUSWIRTSCHAFT e.V. (DGH) (Hrsg.): Lebensmittelverarbeitung im Haushalt. 4. Aufl. Stuttgart: Ulmer 1984

DGE, ÖGE, SGE, SVE: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Frankfurt/M.: Umschau Braus 2000

GARILLE, S. G.; GASS, S. I.: Stigler´s diet problem revisited.: In: Operations Research 49 (2001), Nr. 1, S. 1 - 13

GEDRICH, K.; HENSEL, A.; BINDER, I.; KARG, G.: How optimal are computer-calculated optimal diets? In: European Journal of Clinical Nutrition (1999), Nr. 53 (4), S. 309-318

GREGOIRE, M. B.; NETTLES, M. F.: Is it Time for Computer-Assisted Decision Making to Improve the Quality of Food and Nutrition Services? In: Journal of the American Dietetic Association 94 (1994) Nr. 12, S. 1371 - 1374

gv-soft: Internet: htpp://www.gv-soft.de/winplan.htm, 2003

HARRIS, J. A.; BENEDICT, F. G.: A Biometric Study of Basal Metabolism in Man. Carnegie Institution of Washington. Publ. No 279, Washington D. C., 1919

HOFMAN, M.; LYDTIN, H.: Bayerisches Kochbuch. 51. Aufl. München:Birken-Verlag 1984

HUNT, J.: Convincing Kids it´s Cool to Eat Healthy. In: Food Review 27 (2000) Nr. 1, S. 48

INSTITUT FÜR ERNÄHRUNGSÖKONOMIE UND –SOZIOLOGIE DER BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR ERNÄHRUNG (IÖS) (1988): Unveröffentlichte Arbeitszeitdaten

KARG, G.: Bedarfsgerechte und kostengünstige Ernährung im Familienhaushalt. In: Entscheidungsbereich Haushalt. Darmstadt; 1980 (KTBL-Schrift 257), S. 49 - 63

KARG, G.: Modelle zur Bestimmung einer optimalen menschlichen Ernährung. In: Hauswirtschaft und Wissenschaft 30 (1982), Nr. 1, S. 34 - 47

KARG, G.; KECK, J.: Optimale Ernährung in der Gemeinschaftsverpflegung mit Hilfe der linearen und quadratischen Optimierung. In: Ernährungs-Umschau 29 (1982), Nr. 8, S. 260 – 268

KARG, G.; KECK, J.; LEHMANN, M.: Vergleich von Qualität und Kosten verschiedener Ernährungsformen. In: Ernährungs-Umschau 31 (1984), Nr. 11, S. 363 – 370

KARG, G.; PIERKARSKI, J.; KELLMAYER, M.: Kosten einer bedarfsgerechten Ernährung in Sozialhilfeempfänger-Haushalten. In: Hauswirtschaft und Wissenschaft 32 (1984), Nr. 4, S. 195 - 204

KARG, G.; STEINEL, M.: The Impact of Quality Differences of Food (Due to different Systems of agricultural Production) on Food Prices and Costs. In: European Organization for Quality (EOQ) Food Section (Hrsg.): Quality Assurance in Food and related Consumer Goods Industry. 4th European Seminar of the EOQ Food Section in Berlin. Budapest: 1990, S. 64 - 82

KINDT, M.: Internet: http://www.inform24.de/tabellen.html

KTBL e.V. (Hrsg.): Datensammlung: Verpflegung und Service. Darmstadt 1998

LEHMANN, E. D.: Application of Computers in Clinical Diabetes Care. In: Diabetes Nutritional Metabolism (1997), S. 45 – 49

LEHMANN, E. D.: AIDA – A Computer-Based Interactive Educational Diabetes Simulator 24 (1998), Nr. 3, S. 341 – 346

LEHMANN, M.: Computerunterstützte Produktionsplanung in der Gemeinschaftsverpflegung. München, Technische Universität, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Diss., 1990

LEUNG, P. S.; WANITPRAPHA, K.; QUINN, L. A.: A recipe-based, diet-planning modelling system. In: British Journal of Nutrition 74 (1995), S. 151 - 162

LEITZMANN, C.; MILLION, H.: Mit Lust und Liebe ...: Vollwertküche für Genießer. Niedernhausen: Falken-Verlag 1988

MÜHLEIB, F.: Alternative Wege bewußter Ernährung – ein Überblick / Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e. V. (AID (Hrsg.). Bonn, 1990 AID-Verbraucherdienst informiert, Heft 1131)

MÜLLER-MEHRBACH, H.: Operations Research. 3. Aufl. München: Vahlen 1973

NUTRIGUIDE: Internet: http://www.aboutit.de/view.php?ziel=/sguide/prog-n/pn_0004.htm

PERYAM, D.: Discussion: Linear Programming Models for the Determination of Palatable Human Diets. In: Journal of Farm Economics 41 (1959), Nr. 2, S. 302 - 305

QUINN, L. A.; LEUNG, P. S.; WANITPRAPHA, K.: Nutritional Comparison of Diets Generated with Differing Objectives. In: Journal of Nutrition in Recipe & Menu Development 1 (1995), Nr. 4, S. 3 - 25

RUMMEL, C.: Mehr Erfolg in der Ernährungsaufklärung durch Kooperationen; Tagung des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, Karlsruhe 2001 http://www.infodienst.bwl.de/ernaehrung/brennpunktLM/Ern_begruessung.htm

RUTZMOSER, E.: Optimale Ernährung in der Gemeinschaftsverpflegung dargestellt an der Teilverpflegung von Studenten in der Mensa. München, Technische Universität, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Diss., 1982

SCHAEFFLER, V.; KARG, G.: Ein Ansatz zur Planung einer Krankenhausverpflegung mit Hilfe eines wissenbasierten Systems. In: Zeitschrift für Ernährungswissenschaft 34 (1995), S. 236-239

SCHEER, A.-W.: Wirtschaftsinformatik. Berlin: Springer-Verlag 1990

SCHICK, K.: Lineares Optimieren. Frankfurt/M.: Verlag Moritz Diesterweg (1981), S. 7

SCHMID, J.: Computerdiät bei Lebererkrankungen. In: Impuls (Wien) (1968), Nr. 10, S. 714 - 720

SCHMID, J.: Menu Planung mittels Datenverarbeitung. In: Hippokrates (1969), Nr. 23, S. 908 - 914

SCHMID, J.; CAMPBELL, G.: Computer Diät. In: Impuls (Wien) (1967), Nr. 5, S. 363 - 380

SKLAN, D.; DARIEL, J.: Diet planning for humans using mixed-integer linear programming. In: British Journal of Nutrition (1993), Nr. 70, S 27 – 35

SMITH, V. E.: Linear Programming Models for the Determination of Palatable Human Diets. In: Journal of Farm Economics 41 (1959), Nr. 2, S. 272 - 283

SODEN, P. M.; FLETCHER, L. R.: Modifying diets to satisfy nutritional requirements using linear programming. In: British Journal of Nutrition 68 (1992), S. 565 - 572

STEINEL, M.: Normativer Kosten-Nutzen-Vergleich verschiedener Ernährungsformen im privaten Haushalt. In: Studien zur Haushaltsökonomie 8 (1992)

STIGLER, G. J.: The Cost of Subsistence. In: Journal of Farm Economics 27 (1945), S. 303 - 314

STRAIN, J. J.: Optimal Nutrition: an Overview. In: Proceedings of the Nutrition Society 58 (1999), S. 395 - 396

UNION DEUTSCHE LEBENSMITTELWERKE (UNION) (Hrsg.): Mengenlehre für die Küche. 6. Aufl. Hamburg: UNION 1984

WARD, R. C.; HARPER, J. M.; JANSEN, Norman B.: Monte Carlo Simulation of Nutrient based serving Sizes of Food. In: Journal of Food Processing and Preservation 2 (1978), S. 155 - 174

WEISS, G. :Fallstudie: 4-Stufen Sparprogramm (VI). In: GV Praxis (1976) 16 Nr. 6

WHEELER, L. A.; WHEELER, M. L.: Review of microcomputer nutrient analysis and menu planning programs. In: MD Computing 1 (1984), Nr. 2, S. 42 - 51

WIRSAM, B.: Bewertung der Nährstoffzufuhr durch Fuzzy Sets. In: Zeitschrift für Ernährungswissenschaft 33 (1994), S. 230-238

WIRSAM, B.; HAHN, A.; UTHUS, EO; LEITZMANN, C.: Fuzzy sets and fuzzy decision making in nutrition. In: European Journal of clinical Nutrition 51 (1997), Nr. 5, S. 286 - 296

WIRTHS, W.; BECHER, A.; PRINZ, W.: Versuche zur Berechnung von Minimalkosten der menschlichen Ernährung mit Hilfe der Linearen Progarmmierung. In: Zeitschrift für Ernährungswissenschaften 5 (1966), Nr. 1, S. 39 - 56

# Anhang 1: Daten und Tableau

**Tabelle A1:** Verwendete Nährstoffdaten (entnommen aus der DGE)

| Geschlecht | Alters-Untergrenze | Alters-Obergrenze | Protein (g/MJ) ≥ | Fett (%) ≥ ≤ | Kohlenhydrate (%) ≥ | Ballaststoffe (g/MJ) ≥ | VitaminA (µg/MJ) ≥ | VitaminD (µg/MJ) ≥ | VitaminE (µg/MJ) ≥ | $VitaminB_1$ (µg/MJ) ≥ | $VitaminB_2$ (µg/MJ) ≥ | Niacin (µg/MJ) ≥ | $VitaminB_6$ (µg/MJ) ≥ | Folsaeure (µg/MJ) ≥ | VitaminC (mg/MJ) ≥ | Natrium (mg) ≤ | Kalium (mg) ≥ | Calcium (mg/MJ) ≥ | Magnesium (mg/MJ) ≥ | Eisen (mg/MJ) ≥ | Zink (mg/MJ) ≥ | Linolsre (%) ≥ | NaChlorid (g) ≤ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| w | 4 | 6 | 2,8 | 35 | 50 | 3 | 90 | 5 | 1100 | 130 | 150 | 1600 | 160 | 11 | 8 | 410 | 1400 | 93 | 16 | 1,1 | 1,3 | 3,5 | 10 |
| w | 7 | 9 | 3,2 | 35 | 50 | 3 | 90 | 5 | 1100 | 130 | 140 | 1600 | 160 | 12 | 8 | 460 | 1600 | 95 | 20 | 1,2 | 1,3 | 3,5 | 10 |
| w | 10 | 12 | 4 | 35 | 50 | 3 | 100 | 5 | 1100 | 130 | 150 | 1600 | 170 | 11 | 7 | 510 | 1700 | 96 | 24 | 1,3 | 1,3 | 3,5 | 10 |
| w | 13 | 14 | 4,9 | 35 | 50 | 3 | 100 | 5 | 1100 | 130 | 140 | 1600 | 170 | 14 | 7 | 550 | 1900 | 95 | 30 | 1,1 | 1,4 | 3,5 | 10 |
| w | 15 | 18 | 4,8 | 35 | 50 | 3 | 90 | 5 | 1000 | 130 | 140 | 1600 | 170 | 12 | 6 | 550 | 2000 | 96 | 32 | 1 | 1,2 | 3,5 | 10 |
| w | 19 | 24 | 5,5 | 30 | 50 | 3 | 90 | 5 | 1100 | 130 | 150 | 1600 | 160 | 14 | 7 | 550 | 2000 | 91 | 32 | 0,9 | 1,4 | 3,5 | 10 |
| w | 25 | 50 | 5,9 | 30 | 50 | 3 | 100 | 5 | 1200 | 130 | 170 | 1800 | 180 | 15 | 7 | 550 | 2000 | 90 | 35 | 1 | 1,5 | 3,5 | 10 |
| w | 51 | 64 | 6,4 | 30 | 50 | 3 | 110 | 5 | 1300 | 140 | 190 | 2000 | 200 | 17 | 8 | 550 | 2000 | 89 | 39 | 1,1 | 1,7 | 3,5 | 10 |
| w | 65 |  | 6,9 | 30 | 50 | 3 | 130 | 5 | 1500 | 160 | 210 | 2300 | 230 | 19 | 9 | 550 | 2000 | 100 | 44 | 1,3 | 1,9 | 3,5 | 10 |
| m | 4 | 6 | 2,8 | 35 | 50 | 3 | 90 | 5 | 1100 | 130 | 150 | 1600 | 160 | 11 | 8 | 410 | 1400 | 93 | 16 | 1,1 | 1,3 | 3,5 | 10 |
| m | 7 | 9 | 3,2 | 35 | 50 | 3 | 90 | 5 | 1100 | 130 | 140 | 1500 | 160 | 12 | 8 | 460 | 1600 | 95 | 20 | 1,2 | 1,3 | 3,5 | 10 |
| m | 10 | 12 | 4,3 | 35 | 50 | 3 | 100 | 5 | 1100 | 130 | 140 | 1600 | 170 | 12 | 8 | 510 | 1700 | 100 | 28 | 1,7 | 1,3 | 3,5 | 10 |
| m | 13 | 14 | 5,2 | 35 | 50 | 3 | 100 | 5 | 1200 | 130 | 150 | 1600 | 170 | 16 | 8 | 550 | 1900 | 104 | 32 | 1,6 | 1,3 | 3,5 | 10 |
| m | 15 | 18 | 4,7 | 35 | 50 | 3 | 90 | 5 | 1200 | 130 | 170 | 1600 | 180 | 15 | 7 | 550 | 2000 | 120 | 35 | 1,5 | 1,2 | 3,5 | 10 |
| m | 19 | 24 | 5,3 | 30 | 50 | 3 | 90 | 5 | 1300 | 130 | 170 | 1700 | 180 | 17 | 8 | 550 | 2000 | 111 | 33 | 1,7 | 1,3 | 3,5 | 10 |
| m | 25 | 50 | 5,6 | 30 | 50 | 3 | 90 | 5 | 1400 | 130 | 180 | 1800 | 190 | 18 | 9 | 550 | 2000 | 106 | 35 | 1,8 | 1,4 | 3,5 | 10 |
| m | 51 | 64 | 6,4 | 30 | 50 | 3 | 110 | 5 | 1600 | 150 | 200 | 2000 | 210 | 20 | 10 | 550 | 2000 | 107 | 40 | 1,3 | 1,6 | 3,5 | 10 |
| m | 65 |  | 6,7 | 30 | 50 | 3 | 110 | 5 | 1700 | 160 | 210 | 2100 | 230 | 21 | 11 | 550 | 2000 | 114 | 43 | 1,4 | 1,7 | 3,5 | 10 |
| sch<4 | 15 | 50 | 5,6 | 30 | 50 | 3 | 90 | 5 | 1400 | 130 | 180 | 1800 | 190 | 29 | 9 | 550 | 2000 | 118 | 29 | 2,9 | 1,4 | 3,5 | 10 |
| sch>4 | 15 | 50 | 5,7 | 35 | 50 | 3 | 110 | 10 | 1400 | 150 | 180 | 1700 | 250 | 29 | 10 | 550 | 2000 | 118 | 29 | 2,9 | 1,5 | 3,5 | 10 |
| st | 15 | 50 | 5,4 | 35 | 50 | 3 | 150 | 10 | 1500 | 140 | 190 | 1700 | 190 | 19 | 11 | 550 | 2000 | 111 | 32 | 1,7 | 1,9 | 3,5 | 10 |

≥ **= Untergrenze,** ≤ **= Obergrenze,** w = weiblich, m = männlich, sch<4 = schwanger bis 4. Monat, sch>4 = schwanger ab 4. Monat, st = stillend

**Tabelle A2:** Arbeitsumsatz bei unterschiedlicher körperlichen Tätigkeit

| Geschlecht | Körperliche Tätigkeit | kcal/Tag |
|---|---|---|
| weiblich | leicht | 480 |
| weiblich | mittel | 720 |
| weiblich | schwer | 960 |
| männlich | leicht | 600 |
| männlich | mittel | 900 |
| männlich | schwer | 1400 |

**Tabelle A3:** Übersicht der Speisen

| Menues | Speisenname |
|---|---|
| A0001 | Cornflakes, mit Milch |
| A0002 | Cornflakes, mit Milch und Zucker |
| A0003 | Frischkornmuesli |
| A0004 | Griessbrei |
| A0005 | Hirsebrei |
| A0006 | Joghurtmuesli |
| A0007 | Keimsprossenmuesli |
| A0008 | Muesli (FP) |
| A0009 | Muesli, m. Aepfeln |
| A0010 | Schlemmerfruehstueck |
| A1001 | Amerikaner |
| A1002 | Ananaskompott (K) |
| A1003 | Apfel |
| A1004 | Apfelkuchen |
| A1005 | Apfelkuchen, versunkener |
| A1006 | Apfelringe (Beignets) |
| A1007 | Apfelschnee |
| A1008 | Apfelstrudel |
| A1009 | Aprikosen |
| A1010 | Aprikosenkompott (K) |
| A1011 | Banane |
| A1012 | Beeren, mit Dickmilch |
| A1013 | Beeren, mit Milch |
| A1014 | Berliner (Pfannkuchen) |
| A1015 | Birne |
| A1016 | Birnenkompott |
| A1017 | Biskuitrolle |
| A1018 | Biskuitrolle, gefuellt |
| A1019 | Blaetterteigpasteten |
| A1020 | Bratapfel |
| A1021 | Brombeeren |
| A1022 | Buttercremetorte |
| A1023 | Buttercremetorte (mit falscher Buttercreme) |

| | |
|---|---|
| A1024 | Buttermilchkaltschale |
| A1025 | Buttermilchmix, mit Erdbeeren |
| A1026 | Buttermilchspeise |
| A1027 | Schokoladensosse (TP) |
| A1027 | Crepes aus Vollkorn |
| A1028 | Dickmilch (1,5% Fett), mit Fruechten (FP) |
| A1029 | Erdbeercreme |
| A1030 | Erdbeereis |
| A1031 | Erdbeereis (TK) |
| A1032 | Erdbeeren |
| A1033 | Erdbeeren (TK), mit Zucker |
| A1034 | Erroetendes Maedchen |
| A1035 | Frucht-Buttermilch (FP) |
| A1036 | Fruchtquark (20% Fett i. Tr.) |
| A1037 | Grapefruit |
| A1038 | Griessflammeri |
| A1039 | Griesssuppe, suess |
| A1040 | Haferflockensuppe, suess |
| A1041 | Haselnussmakronen |
| A1042 | Hefekuchen, mit Aepfeln |
| A1043 | Hefekuchen, mit Quark |
| A1044 | Hefekuchen, mit Streuseln |
| A1045 | Hefekuchen, mit Zwetschgen |
| A1046 | Hefezopf |
| A1047 | Heidelbeeren |
| A1048 | Heidelbeerkompott (K) |
| A1049 | Himbeeren |
| A1050 | Himbeeren (TK), mit Zucker |
| A1051 | Honigkuchen |
| A1052 | Indianisches Maisdessert |
| A1053 | Joghurt (1,5% Fett), mit Banane |
| A1054 | Joghurt (1,5% Fett), mit Fruechten (FP) |
| A1055 | Johannisbeeren, rot |
| A1056 | Kaesekuchen |
| A1057 | Kaesesahnetorte |
| A1058 | Karamelcreme |
| A1059 | Kirschen, suess |
| A1060 | Kirschenkompott |
| A1061 | Kirschsuppe |
| A1062 | Kirschtoertchen |
| A1063 | Mandelcreme |
| A1064 | Mandelkuchen |
| A1065 | Marmorkuchen |
| A1066 | Milchmischgetraenk, Erdbeermilch |
| A1067 | Milchmischgetraenk, Erdbeermilch (1,5%) (FP) |
| A1068 | Milchmischgetraenk, Mokkamilch |
| A1069 | Milchmischgetraenk, Orangenmilch |
| A1070 | Milchspeiseeis |
| A1071 | Milchsuppe, suess |
| A1072 | Mirabellenkompott (K) |
| A1073 | Mokkacreme |
| A1074 | Napfkuchen |

| | |
|---|---|
| A1075 | Obst, mit Joghurt |
| A1076 | Obstsalat |
| A1077 | Obstsuelze |
| A1078 | Orange |
| A1079 | Orangencreme |
| A1080 | Pfirsiche |
| A1081 | Pfirsichkompott |
| A1082 | Pflaumen |
| A1083 | Preiselbeeren (K) |
| A1084 | Quarkspeise, mit Sauerkirschen |
| A1085 | Quarkspeise, suess |
| A1086 | Reis, mit Fruechten |
| A1087 | Rhabarbergruetze |
| A1088 | Rhabarberkompott |
| A1089 | Rosinenkuchen |
| A1090 | Rote Gruetze |
| A1091 | Rotweingelee |
| A1092 | Russische Creme |
| A1093 | Sanddorncreme |
| A1094 | Sandkuchen |
| A1095 | Sauerkirschenkompott (K) |
| A1096 | Schnecken |
| A1097 | Schoko-Obstsalat |
| A1098 | Schokoladeneis (TK) |
| A1099 | Schokoladenflammeri |
| A1100 | Schokoladenpudding (fettarm) (FP) |
| A1101 | Schokoladenpudding (Instant) |
| A1102 | Schokoladenpudding (Steinel) |
| A1103 | Schokoladenpudding (TP) |
| A1104 | Schokoladentorte |
| A1105 | Stachelbeerkompott (K) |
| A1106 | Traubentorte |
| A1107 | Tutti-Frutti |
| A1108 | Vanilleapfel |
| A1109 | Vanilleeis (TK) |
| A1110 | Vanilleflammeri |
| A1111 | Vanillepudding (Instant) |
| A1112 | Vanillepudding (TP) |
| A1113 | Vanillequark |
| A1114 | Weincreme |
| A1115 | Weinsuppe, suess |
| A1116 | Weintrauben |
| A1117 | Windbeutel, mit Sahne gefuellt |
| A1118 | Zitronencreme |
| A1119 | Zitronencreme (Steinel) |
| A1120 | Zitronensuppe, suess |
| A1121 | Zwetschgen |
| A1201 | Buttermilch |
| A1202 | Fettarme Milch (1,5% Fett) |
| A1203 | Fettarme Milch (1,5%), H-Milch |
| A1204 | Gurke |
| A1205 | Joghurt, 1,5% Fett |

| | |
|---|---|
| A1206 | Joghurt, 3,5% Fett |
| A1207 | Kakao |
| A1208 | Kakao (Instant) |
| A1209 | Kakaotrunk (1,5%), H-Kakao |
| A1210 | Kefir, 1,5% Fett |
| A1211 | Kefir, 3,5% Fett |
| A1212 | Magermilch |
| A1213 | Magermilch-Joghurt |
| A1214 | Milchmischgetraenk, Tomatenmilch |
| A1215 | Moehre, mittelgross |
| A1216 | Radieschen |
| A1217 | Rettich, mittelgross |
| A1218 | Sauermilch (Trinksauermilch), 1,5% Fett |
| A1219 | Sauermilch/Dickmilch, 3,5% Fett |
| A1220 | Tomate, mittelgross |
| A1221 | Vollmilch (3,5% Fett) |
| A1222 | Vollmilch (3,5% Fett), H-Milch |
| A1223 | Zwieback (eifrei) |
| A2001 | Blumenkohlsuppe |
| A2002 | Champignoncremesuppe (K) |
| A2003 | Fruehlingssuppe |
| A2004 | Gemuesesuppe, pueriert |
| A2005 | Graupensuppe |
| A2006 | Griesssuppe, geroestet |
| A2007 | Gruene-Erbsen-Suppe mit Tomaten |
| A2008 | Gruenkernkloesschensuppe |
| A2009 | Gruenkernsuppe |
| A2010 | Gulaschsuppe (K) |
| A2011 | Gulaschsuppe (TP) |
| A2012 | Haferflockensuppe |
| A2013 | Hascheesuppe |
| A2014 | Kartoffelsuppe |
| A2015 | Kartoffelsuppe (TP) |
| A2016 | Kartoffelsuppe mit Kraeutern |
| A2017 | Kerbelsuppe mit Gerste |
| A2018 | Lauchcremesuppe |
| A2019 | Moehrensuppe, pueriert |
| A2020 | Ochsenschwanzsuppe (K) |
| A2021 | Ochsenschwanzsuppe (TP) |
| A2022 | Pilzsuppe |
| A2023 | Sauerkrautsuppe |
| A2024 | Selleriesuppe |
| A2025 | Spargelcremesuppe (K) |
| A2026 | Spargelsuppe |
| A2027 | Spargelsuppe (TP) |
| A2028 | Tomatencremesuppe |
| A2029 | Tomatencremesuppe (K) |
| A2030 | Tomatensuppe (TP) |
| A2031 | Zucchini-Knoblauch-Suppe |
| A2032 | Zwiebelsuppe (K) |
| A2101 | Fleischbruehe |
| A2101 | Fleischkloesschen |

| | |
|---|---|
| A2102 | Fleischbruehe (Bruehextrakt) |
| A2102 | Leberkloesschen |
| A2103 | Fleischbruehe (Instant) |
| A2103 | Markkloesschen |
| A2104 | Reis (Suppeneinlage) |
| A2104 | Gemuesebruehe |
| A2105 | Griesskloesschen |
| A2105 | Huehnerbruehe |
| A2106 | Huehnerbruehe (Instant) |
| A2106 | Nudeln (Suppeneinlage) |
| A3001 | Leberknoedel |
| A3101 | Blumenkohlauflauf |
| A3102 | Brathaehnchen |
| A3103 | Ei, im Naepfchen |
| A3104 | Feine Kraeuter-Tofu-Frikadellen |
| A3105 | Filetsteak, gegrillt |
| A3106 | Fischbratlinge |
| A3107 | Fischfilet mit Zitronenkruste |
| A3108 | Fischfilet, Muellerin Art |
| A3109 | Fischfilet, paniert |
| A3110 | Fischstaebchen (TK) |
| A3111 | Forelle, blau |
| A3112 | Forelle, Muellerin Art |
| A3113 | Frikadellen |
| A3114 | Gefuellte Tomaten |
| A3115 | Gurken, gefuellt |
| A3116 | Hackbraten |
| A3117 | Hackfleisch-Quark-Bratlinge |
| A3118 | Hase, gebraten |
| A3119 | Hering, gefuellt (in Alu-Folie) |
| A3120 | Hering, gegrillt |
| A3121 | Hering, Hausfrauen Art |
| A3122 | Herz, geschmort |
| A3123 | Hollaendischer Spinatauflauf |
| A3124 | Huhn, gekocht |
| A3125 | Kabeljau, gekocht |
| A3126 | Kaesesoufflee |
| A3127 | Kalbfleisch, geduenstet |
| A3128 | Kalbsbraten |
| A3129 | Kalbsleber, gebraten |
| A3130 | Kalbszunge, gekocht |
| A3131 | Karpfen, blau |
| A3132 | Kartoffel-Lauch-Puffer |
| A3133 | Kasseler Rippenspeer, gekocht |
| A3134 | Kichererbsen-Koteletts |
| A3135 | Kohlrabi, gefuellt |
| A3136 | Kohlroualden |
| A3137 | Kohlrouladen (a) |
| A3138 | Kohlrouladen mit Dinkel |
| A3139 | Leber, gebraten |
| A3140 | Paprikaschoten, gef. (m. Reis u. Schinken) |
| A3141 | Paprikaschoten, gefuellt |

| | |
|---|---|
| A3142 | Pastetchen |
| A3143 | Putenkeule, gebraten |
| A3144 | Rehbraten |
| A3145 | Rinderbraten |
| A3146 | Rinderzunge, gekocht |
| A3147 | Rindfleisch, gekocht |
| A3148 | Rotkohlrollen mit Gruenkernfuellung |
| A3149 | Ruehrei spezial - mit Hirse |
| A3150 | Ruehreier |
| A3151 | Ruehreier mit Speck |
| A3152 | Rumpsteak, gebraten |
| A3153 | Schaelrippchen, gekocht |
| A3154 | Schaumomelette |
| A3155 | Schweinebauch, gekocht |
| A3155 | Schweinebraten |
| A3156 | Schweinefilet, gebraten |
| A3157 | Schweinekotelett |
| A3158 | Schweinekotelett, paniert |
| A3159 | Schweineschnitzel |
| A3160 | Schweineschnitzel, paniert |
| A3161 | Spiegelei |
| A3161 | Sellerieschnitzel mit Zitronenpanade |
| A3162 | Spinatsoufflee |
| A3163 | Tofuschnitte nach "Muellerin Art" |
| A3164 | Tomaten, gefuellt |
| A3301 | Fisch, mit Gemuese geduenstet |
| A3302 | Fischfrikassee |
| A3303 | Fischgulasch |
| A3304 | Fischklopse |
| A3305 | Gulasch (1/2 Rind-, 1/2 Schweinefleisch) |
| A3306 | Hammelragout |
| A3307 | Hirschgulasch |
| A3308 | Huehnerfrikassee |
| A3309 | Kalbsfrikassee |
| A3310 | Koenigsberger Klopse |
| A3311 | Leber-Apfel-Gulasch |
| A3312 | Nieren, saure |
| A3313 | Ragout fin |
| A3314 | Seelachs, in Dillsosse |
| A3315 | Seezungenroellchen, in Weisswein geduenstet |
| A3316 | Szegediner Gulasch |
| A3317 | Tofu-Gurken-Haschee |
| A3401 | Ente, gebraten |
| A3402 | Hase, mit Sosse |
| A3403 | Herz, mit Sosse |
| A3404 | Kalbsbraten mit Sosse |
| A3405 | Lammbraten |
| A3406 | Rehbraten mit Sosse |
| A3407 | Rinderbraten mit Sosse |
| A3408 | Rinderroulade |
| A3409 | Sauerbraten |
| A3501 | Eisbein, gekocht |

| | |
|---|---|
| A3502 | Schweinebraten mit Sosse |
| A3503 | Schweinehaxe |
| A4001 | Bechamelkartoffeln |
| A4002 | Bouillonkartoffeln |
| A4003 | Kuemmelkartoffeln |
| A4004 | Pellkartoffeln |
| A4005 | Petersilienkartoffeln |
| A4006 | Salzkartoffeln |
| A4101 | Bratkartoffeln |
| A4102 | Herzhafte Bratkartoffeln |
| A4103 | Kartoffelkroketten |
| A4104 | Kartoffelkroketten (TK) |
| A4105 | Kartoffelplaetzchen |
| A4106 | Kartoffelpueree |
| A4107 | Kartoffelpueree (TP) |
| A4108 | Kartoffelsalat |
| A4109 | Kartoffelschmarrn |
| A4110 | Nusskartoffeln |
| A4111 | Pommes frites |
| A4112 | Pommes frites (TK) (i. Backofen erhitzt) |
| A4113 | Risi pisi |
| A4114 | Speckkartoffeln |
| A4115 | Vollkorn-Kartoffelgemuese |
| A4301 | Eierteigwaren |
| A4302 | Kartoffelrand, gebacken |
| A4303 | Koernige Goldhirse |
| A4304 | Naturreis, geduenstet |
| A4305 | Reis, geduenstet |
| A4306 | Reis, gekocht |
| A4307 | Spaetzle |
| A4308 | Spaghetti (eifrei) |
| A4309 | Vollkornteigwaren |
| A4401 | Semmelknoedel |
| A4501 | Kartoffelkloesse (aus gek. K.) (TP) |
| A4502 | Kartoffelkloesse (aus gek. Kartoffeln) |
| A4503 | Kartoffelkloesse (aus gek. Kartoffeln) (TK) |
| A4504 | Kartoffelkloesse, halb u. halb (TP) |
| A5001 | Bananengemuese |
| A5002 | Blattspinat mit Pinienkernen |
| A5003 | Blumenkohl (TK) |
| A5004 | Blumenkohl mit Aepfeln |
| A5005 | Blumenkohl, geduenstet |
| A5006 | Blumenkohl, gekocht |
| A5007 | Blumenkohlgemuese |
| A5008 | Bohnen (K) |
| A5009 | Bohnen (TK) |
| A5010 | Bohnen, geduenstet |
| A5011 | Champignons (K) |
| A5012 | Champignons, geduenstet |
| A5013 | Chicoree |
| A5014 | Erbsen (K) |
| A5015 | Erbsen (TK) |

| | |
|---|---|
| A5016 | Erbsen und Moehren (K) |
| A5017 | Erbsen, geduenstet |
| A5018 | Erbsenpueree |
| A5019 | Gruene Bohnen mit Schaumkrone |
| A5020 | Gruene-Erbsen-Pudding |
| A5021 | Gruenkohl (TK) |
| A5022 | Gruenkohl, geduenstet |
| A5023 | Gurken-Tomaten-Gemuese, geduenstet |
| A5024 | Herzhafter Lauch |
| A5025 | Italienisches Fruehlingsgemuese |
| A5026 | Junge Moehren |
| A5027 | Kohlrabi (TK) |
| A5028 | Kohlrabi, geduenstet |
| A5029 | Kraeuterblumenkohl |
| A5030 | Leipziger Allerlei (K) |
| A5031 | Leipziger Allerlei (TK) |
| A5032 | Marinierte Champignons |
| A5033 | Moehren (K) |
| A5034 | Moehren (TK) |
| A5035 | Moehren, geduenstet |
| A5036 | Pilze (K) |
| A5037 | Porree |
| A5038 | Porree/Lauch (TK) |
| A5039 | Rosenkohl (TK) |
| A5040 | Rosenkohl, geduenstet |
| A5041 | Rote Rueben in weisser Sauce |
| A5042 | Rotkohl (K) |
| A5043 | Rotkohl (TK) (Apfelrotkohl) |
| A5044 | Rotkohl, geduenstet |
| A5045 | Sauerkraut (K) |
| A5046 | Sellerie |
| A5047 | Selleriepueree |
| A5048 | Spargel |
| A5049 | Spargel, gekocht (Stangenspargel) |
| A5050 | Spinat |
| A5051 | Spinat (Rahmspinat) (TK) |
| A5052 | Spinat (TK) |
| A5053 | Tomaten, geduenstet |
| A5054 | Weisskohl, geduenstet |
| A5055 | Wirsing, geduenstet |
| A5056 | Wuerziger Mais |
| A6001 | Apfel-Sellerie-Salat |
| A6002 | Bauern-Rapunzel |
| A6003 | Blumenkohlsalat, gekocht |
| A6004 | Bohnensalat, gekocht |
| A6005 | Champignonfrischkost |
| A6006 | Chicoreesalat |
| A6007 | Chicoreesalat (a) |
| A6008 | Chinakohlsalat |
| A6009 | Endiviensalat |
| A6010 | Endiviensalat mit Nuessen |
| A6011 | Erfrischender Moehrensalat |

| | |
|---|---|
| A6012 | Feldsalat |
| A6013 | Gurken mit Kraeutern |
| A6014 | Gurkensalat |
| A6015 | Kopfsalat |
| A6016 | Kopfsalat, suess abgeschmeckt |
| A6017 | Kressesalat |
| A6018 | Moehren mit angekeimten Weizenkoernern |
| A6019 | Moehren-Apfel-Frischkost |
| A6020 | Moehrensalat |
| A6021 | Paprika-Apfel-Salat |
| A6022 | Paprikasalat |
| A6023 | Rettichsalat |
| A6024 | Rosa Sauerkraut und Apfelsalat im Rapunzelbeet |
| A6025 | Rote Beetesalat, gekocht |
| A6026 | Rueben-Rettich-Rapunzel-Platte |
| A6027 | Salatteller |
| A6028 | Sauerkrautsalat |
| A6029 | Selleriesalat, gekocht |
| A6030 | Spargelsalat, gekocht |
| A6031 | Spinat mit Aepfeln und Moehren |
| A6032 | Spinat-Kohlrabi-Moehren-Platte |
| A6033 | Tomatensalat |
| A6034 | Waldorfsalat |
| A6035 | Weisskohlsalat |
| A7001 | Allgaeuer Reiberdatschi |
| A7002 | Bauernomelette |
| A7003 | Bohnensuppe, mit Speck |
| A7004 | Bohnentopf |
| A7005 | Brasilianischer Bohnenpfannkuchen |
| A7006 | Buchweizenpfanne |
| A7007 | Dicke Gemuesesuppe |
| A7008 | Erbsensuppe, mit Wurst |
| A7009 | Gemuesepichelsteiner |
| A7010 | Gemuesereis |
| A7011 | Getreideauflauf |
| A7012 | Getreideroesti an Zwiebelsauce |
| A7013 | Gewuerzplaetzchen mit Mandelsauce |
| A7014 | Gourmetkartoffeln |
| A7015 | Gruene Vollkornnudeln mit Pinienkernsauce |
| A7016 | Gruenebohneneintopf |
| A7017 | Gruenkohleintopf |
| A7018 | Haferschrotbratlinge mit Spinat |
| A7019 | Hammelfleisch, mit gruenen Bohnen |
| A7020 | Huehnertopf, mit Gemuese und Nudeln |
| A7021 | Huelsenfruchtpastete |
| A7022 | Irish Stew |
| A7023 | Kaesespaetzle |
| A7024 | Kartoffelgulasch |
| A7025 | Kartoffelplaetzchen (a) |
| A7026 | Kartoffelpuffer ohne Ei |
| A7027 | Kartoffelpuffer/Reibekuchen |
| A7028 | Kartoffelpuffer/Reibekuchen (TK) |

| | |
|---|---|
| A7029 | Kartoffelpuffer/Reibekuchen (TP) |
| A7030 | Kartoffelsuppe, mit Wuerstchen |
| A7031 | Kartoffeltopf mit Rettich |
| A7032 | Kohlrabi-Kartoffel-Gratin |
| A7033 | Linsen mit Backpflaumen |
| A7034 | Linsensuppe, mit Wurst |
| A7035 | Makkaroniauflauf |
| A7036 | Mandelkuechlein an Pilzsauce |
| A7037 | Minestrone |
| A7038 | Moehreneintopf, mit Schweinebauch |
| A7039 | Omelette, mit Kraeutern |
| A7040 | Pichelsteiner Fleisch |
| A7041 | Pizza |
| A7042 | Pizza Torino |
| A7043 | Schinkennudeln |
| A7044 | Serbisches Reisfleisch |
| A7045 | Soja-Hirse-Omelette |
| A7046 | Sojabohnen-Auflauf |
| A7047 | Spaghetti mit Soja "bolognese" |
| A7048 | Spanisch Fricco |
| A7049 | Speckpfannkuchen |
| A7050 | Spinatpfannkuchen mit Kraeuterfuellung |
| A7051 | Tuerkisches Bohnengericht |
| A7052 | Vollkornravioli mit Wirsing-Lauch-Fuellung auf Rat |
| A7053 | Vollkornspaetzle mit Kaese |
| A7054 | Westfaelisches Bohnengericht |
| A7055 | Wurstgulasch |
| A7056 | Zwiebelkuchen |
| A7101 | Tomatensosse (Tomaten, frisch) |
| A7101 | Gemuesebratlinge |
| A7102 | Getreidebratlinge |
| A7102 | Meerrettichsosse |
| A7103 | Kapernsosse |
| A7103 | Griesskloesse |
| A7104 | Tomatensosse (Tomatenmark) |
| A7104 | Griessschnitten |
| A7105 | Hirsebratlinge |
| A7105 | Tomatensosse (TP) |
| A7106 | Kartoffelpuffer |
| A7106 | Apfelmus (K) |
| A7107 | Hollaendische Sosse |
| A7107 | Reisschrot-Backlinge |
| A7108 | Zwiebelsosse |
| A7108 | Maultaschen |
| A7109 | Kaesesosse |
| A7109 | Soja-Backlinge |
| A7110 | Gruene Sosse |
| A7110 | Sojakuechle |
| A7111 | Weizenkuechle |
| A7111 | Remouladensosse (50% Fett) FP |
| A7201 | Apfelpfannkuchen |
| A7202 | Apfelpfannkuchen mit Nuessen |

| | |
|---|---|
| A7203 | Apfelreis |
| A7204 | Dinkelschmarren |
| A7205 | Himmel und Erde |
| A7206 | Hirseflocken-Quark-Auflauf mit Obst |
| A7207 | Quarkauflauf, mit Aepfeln |
| A7208 | Semmelauflauf mit Kirschen |
| A7301 | Fruchtsosse |
| A7301 | Allgaeuer Topfenschmarren |
| A7302 | Apfelkompott |
| A7302 | Arme Ritter |
| A7303 | Kirschenkompott (K) |
| A7303 | Griessauflauf |
| A7304 | Apfelmus |
| A7304 | Kaiserschmarren |
| A7305 | Schokoladensosse |
| A7305 | Pfannkuchen |
| A7306 | Quarkkloesse |
| A7306 | Pflaumenkompott (K) |
| A7307 | Vanillesosse (TP) |
| A7307 | Reisauflauf |
| A7308 | Reisbrei |
| A7308 | Schokoladensosse (Instant) |
| A7309 | Vanillesosse |
| A7309 | Rohrnudeln |
| A7310 | Vanillesosse (Instant) |
| A7310 | Scheiterhaufen |
| A7311 | Pfirsichkompott (K) |
| A7311 | Semmelauflauf |
| A7312 | Doerrobstkompott |
| A7312 | Suesser Kartoffelauflauf |
| A7313 | Birnenkompott (K) |
| A7313 | Waffeln |
| A8001 | Bauernbrot |
| A8002 | Broetchen |
| A8003 | Knaeckebrot |
| A8004 | Leinsamenbrot |
| A8005 | Mischbrot |
| A8006 | Pumpernickel |
| A8007 | Roggenbroetchen |
| A8008 | Roggenschrotbrot |
| A8009 | Roggenvollkornbrot |
| A8010 | Toastbrot |
| A8011 | Weissbrot/Weizenbrot |
| A8012 | Weizenschrotbrot |
| A8013 | Weizenvollkornbrot |
| A8101 | Bierschinken |
| A8102 | Bismarkhering, mittelgross |
| A8103 | Blutwurst, gekocht |
| A8104 | Blutwurst/Rotwurst |
| A8105 | Bockwurst |
| A8106 | Brathering, mittelgross (1/2 Stueck) |
| A8107 | Bratwurst |

| | |
|---|---|
| A8108 | Brie (50% Fett i. Tr.) |
| A8109 | Bueckling, mittelgross (1/2 Stueck) |
| A8110 | Camembert (30% Fett i. Tr.) |
| A8111 | Corned beef, deutsches |
| A8112 | Deutsches Beefsteak |
| A8113 | Doppelrahmfrischkaese (60% Fett i. Tr.) |
| A8114 | Edamer (30% Fett i. Tr.) |
| A8115 | Edelpilzkaese (50% Fett i. Tr.) |
| A8116 | Emmentaler (45% Fett i. Tr.) |
| A8117 | Fleischkaese, gebraten |
| A8118 | Fleischsalat |
| A8119 | Fleischwurst |
| A8120 | Fleischwurst, gekocht |
| A8121 | Forellenfilet, geraeuchert |
| A8122 | Fruehstuecksfleisch |
| A8123 | Fruehstueckspeck |
| A8124 | Gefluegelleberwurst |
| A8125 | Gelbwurst |
| A8126 | Gouda (45% Fett i. Tr.) |
| A8127 | Hackepeter |
| A8128 | Harzer (Magerkaese) |
| A8129 | Hering, in Gelee |
| A8130 | Hering, in Tomatencreme (1/4 Dose) |
| A8131 | Koerniger Frischkaese (20% Fett i. Tr.) |
| A8132 | Kraeuterquark (40% Fett i. Tr.) (FP) |
| A8133 | Leberwurst (mager) (Streichleberwurst) |
| A8134 | Leberwurst (Streichleberwurst) |
| A8135 | Leberwurst, gekocht |
| A8136 | Limburger Kaese (20% Fett i. Tr.) |
| A8137 | Linsenpaste |
| A8138 | Matjesfilet, mittelgross (1 Stueck) |
| A8139 | Mettwurst (Streichmettwurst) |
| A8140 | Mettwurst, gekocht |
| A8141 | Mortadella |
| A8142 | Oelsardine (3 Stueck) |
| A8143 | Quark (20% Fett), mit Schnittlauch |
| A8144 | Rollmops (1 Stueck) |
| A8145 | Salami |
| A8146 | Schillerlocke, mittelgross (1 Stueck) |
| A8147 | Schinken, gekocht |
| A8148 | Schinken, roh |
| A8149 | Schinkenwurst |
| A8150 | Schmelzkaese (45% Fett i. Tr.) |
| A8151 | Schwartenmagen |
| A8152 | Sojapaste im Glas |
| A8153 | Speck (Raeucherspeck) |
| A8154 | Speisequark (20% Fett i. Tr.) |
| A8155 | Speisequark (40% Fett i. Tr.) |
| A8156 | Speisequark, mager |
| A8157 | Thunfisch, in Oel, abgetropft (1/2 Dose) |
| A8158 | Tilsiter (30% Fett i. Tr.) |
| A8159 | Tofucreme |

| | |
|---|---|
| A8160 | Wiener Wuerstchen |
| A8161 | Wurstsalat |
| A8201 | Apfelkraut |
| A8202 | Gelee (Johannisbeer-) |
| A8203 | Honig |
| A8204 | Konfituere (Kirsch-) |
| A8205 | Marmelade (Orangen-) |
| A8206 | Nussnougatcreme |
| A8207 | Pflaumenmus |
| A8208 | Russischer Quark |
| A8209 | Schoko-Hafer-Creme |
| A8301 | Butter |
| A8302 | Griebenschmalz |
| A8303 | Halbfettmargarine |
| A8304 | Margarine |
| A8305 | Milchhalbfett |
| A8401 | Bunter Koernersalat |
| A8402 | Curry-Reis-Salat |
| A8403 | Daenischer Salat |
| A8404 | Eiersalat |
| A8405 | Feiner Waldorfsalat |
| A8406 | Fischsalat |
| A8407 | Gefluegelsalat |
| A8408 | Gruenkernsalat |
| A8409 | Heringssalat |
| A8410 | Italienischer Salat |
| A8411 | Kaesesalat |
| A8412 | Paprikaschoten mit Apfelquark gefuellt |
| A8413 | Reissalat |
| A8414 | Russische Eier |
| A8415 | Sauerkrautsalat (m. Wurst u. Aepfeln) |
| A8416 | Sellerie mit Mandarinen |
| A8417 | Suelzkotelett |
| A8418 | Tellersuelze |
| A8419 | Tofu "Ruehrei" |
| A8420 | Tomatensalat mit Tofu |
| A8421 | Vollkornnudelsalat |
| A8422 | Tomaten mit Rohkostfuellung |
| A8501 | Dillgurken (K) |
| A8502 | Ei, hartes |
| A8503 | Ei, verlorenes |
| A8504 | Ei, weiches |
| A8505 | Gewuerzgurke (K), mittelgross |
| A8506 | Mixed Pickles (K) |
| A8507 | Tomatenpaprika (K) |
| A8601 | Schinkenhoernchen |
| A8602 | Wuerstchen, im Quarkblaetterteig |
| A9001 | Apfelsaft |
| A9002 | Aprikosennektar |
| A9003 | Johannisnektar, rot |
| A9004 | Johannisnektar, schwarz |
| A9005 | Kraeutertee |

| | |
|---|---|
| A9006 | Malzbier |
| A9007 | Malzkaffee, mit Milch |
| A9008 | Malzkaffee, mit Milch und Zucker |
| A9009 | Mineralwasser |
| A9010 | Moehrensaft, selbst hergest. |
| A9011 | Multivitaminsaft |
| A9012 | Orangensaft |
| A9013 | Sauerkirschnektar |
| A9014 | Tomatensaft |
| A9015 | Traubensaft |
| A9016 | Zitronenlimonade |
| A9017 | Zitronensaft, natur |
| A9101 | Bohnenkaffee |
| A9102 | Bohnenkaffee (Instant) |
| A9103 | Bohnenkaffee, mit Kondensmilch (7,5%) |
| A9104 | Bohnenkaffee, mit Kondensmilch und Zucker |
| A9105 | Cola-Getraenk |
| A9106 | Milchkaffee |
| A9107 | Milchkaffee, mit Zucker |
| A9108 | Schwarzer Tee |
| A9109 | Schwarzer Tee, m. Kondensmilch u. Zucker |
| A9110 | Schwarzer Tee, mit Kondensmilch (7,5%) |
| A9111 | Schwarzer Tee, mit Zitrone und Zucker |

**Tabelle A4:** Codierschema

| Codierung Menü | Bezeichnung |
|---|---|
| A0*** | Cerealien zum Frühstück |
| A10** bis A11** | Nachspeise oder Snack |
| A12** | Snack |
| A2*** | Suppe |
| A3*** | Hauptspeise |
| A31** | ohne Soße |
| A33** | mit Soße |
| A34** | passend zu Beilagen A44** |
| A35** | passend zu Beilagen A45** |
| A4*** | Beilage |
| A40** | passend zu allen Hauptspeisen |
| A41** | passend zu Hauptspeisen A31** |
| A43** | passend zu Hauptspeisen A33** |
| A44** | passend zu Hauptspeisen A34** |
| A45** | passend zu Hauptspeisen A35** |
| A5*** | Gemüsebeilage |
| A6*** | Salatbeilage |
| A71** | salzige Hauptspeise ohne Beilage |
| A72** bis A73** | süße Hauptspeise ohne Beilage |
| A80** | Brot |
| A81** | salziger Brotbelag |
| A82** | süßer Brotbelag |
| A83** | Streichfett |
| A84** | Abendessen |
| A85** | zusätzliche Gabe zum Brot |
| A90** | koffeinfreie Getränke |
| A91** | koffeinhaltige Getränke |

* entspricht einem Platzhalter für eine beliebige Ziffer

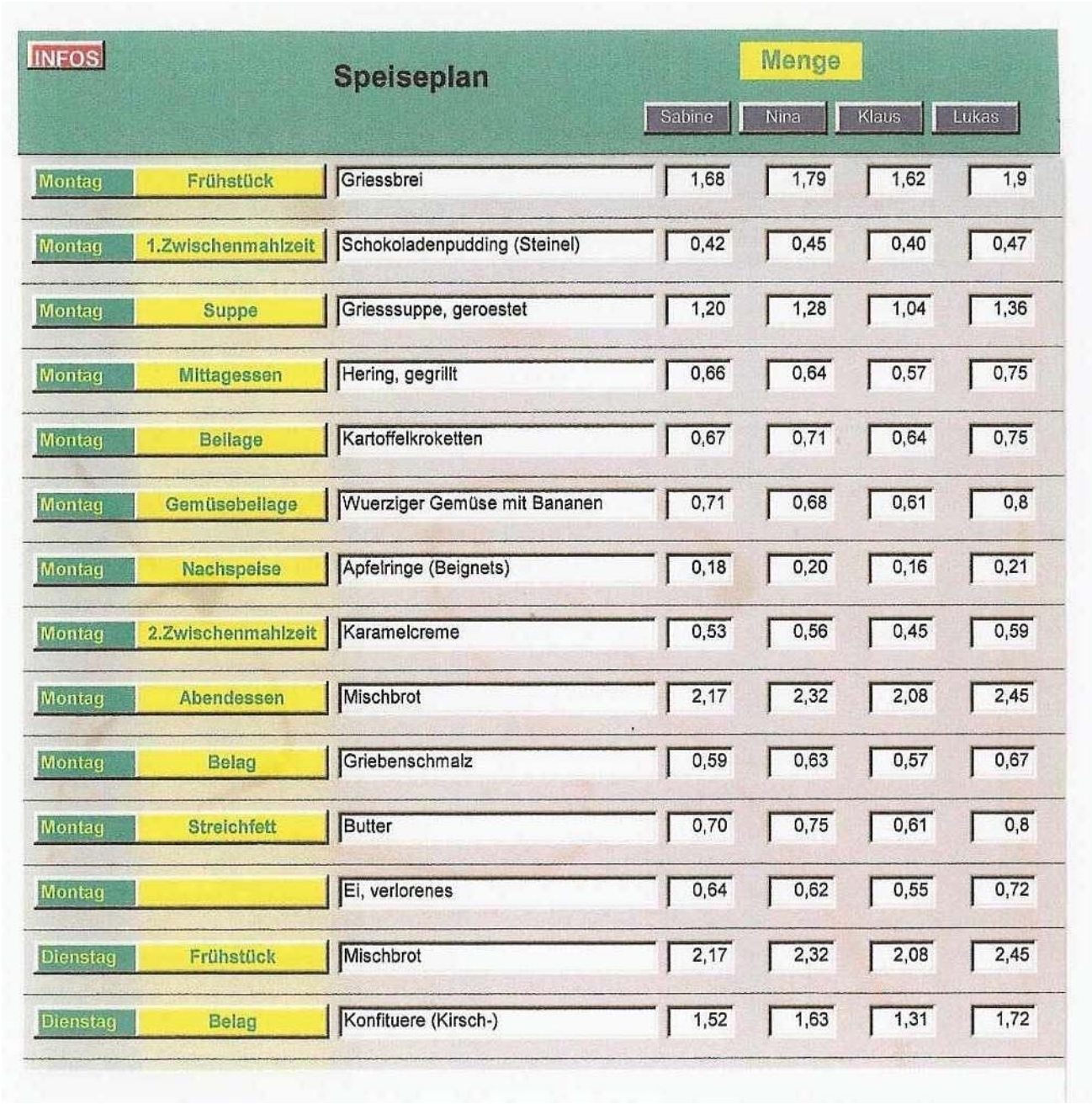
**Tabelle A5:** Zu berechnendes Tableau des Vergleichspeiseplans

| S1 | ... | S3 | S4 | ... | S28 | S29 | S30 | S31 | ... | S35 | S36 | S37 | S38 | S39 | S40 | ... | S57 | S58 | S59 | S60 | S61 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Menue codes | ... | kcal | Protein | ... | NaCl | Az_fix | Az_var | Preis | ... | integer Variable | stetige Variable Person 1 | Untergrenze Person 1 | Formel | Obergrenze Person1 | Formel | ... | stetige Variable Person4 | Unter-grenze Person 4 | Formel | Obergrenze Person4 | Formel |
| A0001 | ... | 218,6 | 6,82 | ... | 1,11 | 0 | 0 | 0,52 | ... | 0 | 0 | (kcal-Bedarf-100)* | ZS(-1)>=0 | (ZS36*ZS3)- | ZS(-1)<=0 | ... | 0 | (kcal-Bedarf-100)* | ZS(-1)>=0 | (ZS57*ZS3)- | ZS(-1)<=0 |
| A0002 | ... | 340,3 | 6,82 | ... | 1,11 | 0 | 0 | 0,58 | ... | 0 | 0 | Tage*ZS35- | ZS(-1)>=0 | ((kcal-Bedarf+100)* | ZS(-1)<=0 | ... | 0 | Tage*ZS35- | ZS(-1)>=0 | ((kcal-Bedarf+100)* | ZS(-1)<=0 |
| A0003 | ... | 314,48 | 8,08 | ... | 0,09 | 32,08 | 22,08 | 1,03 | ... | 0 | 0 | ZS36*ZS3 | ZS(-1)>=0 | Tage*ZS35 | ZS(-1)<=0 | ... | 0 | ZS57*ZS3 | ZS(-1)>=0 | Tage*ZS35 | ZS(-1)<=0 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | gilt für Spalte 37 | ... | gilt für Spalte 39 | ... | ... | ... | gilt für Spalte 58 | ... | gilt für Spalte 60 | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| A9105 | ... | 122 | 6,64 | | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | ... | | 0 | | | | | | 0 | | | | |
| A9106 | ... | 80,4 | 4,17 | | 0,16 | 5,28 | 0,18 | 0,27 | ... | | 0 | | | | | | 0 | | | | |
| A9107 | ... | 120,9 | 4,17 | | 0,16 | 7,04 | 0,24 | 0,29 | ... | | 0 | | | | | | 0 | | | | |
| A9108 | ... | 0 | 0,01 | | 0,01 | 1,92 | 0,24 | 0,14 | ... | | 0 | | | | | | 0 | | | | |
| A9109 | ... | 53,82 | 0,91 | | 0,04 | 3,84 | 0,48 | 0,21 | ... | | 0 | | | | | | 0 | | | | |
| A9110 | ... | 15,96 | 0,79 | | 0,04 | 2,88 | 0,36 | 0,18 | ... | | 0 | | | | | | 0 | | | | |
| A9111 | ... | 45,46 | 0,03 | | 0,01 | 3,84 | 0,48 | 0,23 | ... | | 0 | | | | | | 0 | | | | |
| Sabine | ... | 12112,34 | 287 | | 70,00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nina | ... | 14042 | 208,22 | | 70,00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Klaus | ... | 15879,43 | 391,27 | | 70,00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lukas | ... | 13608 | 148,53 | | 70,00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 13512,34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 15442 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 17279,43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 15008 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Summenprodukt(Z4S:Z(-9)S;Z4S36:Z(-9)S36) Formel gilt für die Spalten 3-31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Z(-1)S>=Z(-9)S | Z(-1)S>=Z(-9)S | | Z(-1)S<=Z(-9)S | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Summenprodukt(Z4S:Z(-11)S;Z4S43:Z(-11)S43) Formel gilt für die Spalten 3-31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Z(-1)S>=Z(-10)S | Z(-1)S>=Z(-10)S | | Z(-1)S<=Z(-10)S | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Summenprodukt(Z4S:Z(-13)S;Z4S50:Z(-13)S50) Formel gilt für die Spalten 3-31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Z(-1)S>=Z(-11)S | Z(-1)S>=Z(-11)S | | Z(-1)S<=Z(-11)S | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Summenprodukt(Z4S:Z(-15)S;Z4S57:Z(-15)S57) Formel gilt für die Spalten 3-31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Z(-1)S>=Z(-12)S | Z(-1)S>=Z(-12)S | | Z(-1)S<=Z(-12)S | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Z(-8)S<=Z(-12)S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Z(-7)S<=Z(-12)S | | | | | Summe Arbeits-zeiten | Summe Preise Ziel funktion | | | | | | | | | | | | | |
| | | Z(-6)S<=Z(-12)S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Z(-5)S<=Z(-12)S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

S = Spalte

Z = Zeile

# Anhang 2: Ergebnisse der Berechnungen mit ISBO



INFOS

| Speiseplan | | | Menge | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sabine | Nina | Klaus | Lukas |
| Montag | Frühstück | Griessbrei | 1,68 | 1,79 | 1,62 | 1,9 |
| Montag | 1.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (Steinel) | 0,42 | 0,45 | 0,40 | 0,47 |
| Montag | Suppe | Griesssuppe, geroestet | 1,20 | 1,28 | 1,04 | 1,36 |
| Montag | Mittagessen | Hering, gegrillt | 0,66 | 0,64 | 0,57 | 0,75 |
| Montag | Beilage | Kartoffelkroketten | 0,67 | 0,71 | 0,64 | 0,75 |
| Montag | Gemüsebeilage | Wuerziger Gemüse mit Bananen | 0,71 | 0,68 | 0,61 | 0,8 |
| Montag | Nachspeise | Apfelringe (Beignets) | 0,18 | 0,20 | 0,16 | 0,21 |
| Montag | 2.Zwischenmahlzeit | Karamelcreme | 0,53 | 0,56 | 0,45 | 0,59 |
| Montag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Montag | Belag | Griebenschmalz | 0,59 | 0,63 | 0,57 | 0,67 |
| Montag | Streichfett | Butter | 0,70 | 0,75 | 0,61 | 0,8 |
| Montag | | Ei, verlorenes | 0,64 | 0,62 | 0,55 | 0,72 |
| Dienstag | Frühstück | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Dienstag | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 1,52 | 1,63 | 1,31 | 1,72 |

**Tabelle A1:** Speiseplan für 4 Personen ohne Einschränkungen (Vergleichsspeiseplan) (Teil 1)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dienstag | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,63 | 0,83 |
| Dienstag | 1.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (TP) | 0,60 | 0,64 | 0,52 | 0,68 |
| Dienstag | Suppe | Gruene-Erbsen-Suppe mit Tomaten | 0,82 | 0,80 | 0,71 | 0,93 |
| Dienstag | Mittagessen | Leber-Apfel-Gulasch | 0,95 | 0,84 | 0,75 | 0,98 |
| Dienstag | Beilage | Spaetzle | 0,42 | 0,45 | 0,40 | 0,47 |
| Dienstag | Gemüsebeilage | Gruene-Erbsen-Pudding | 0,44 | 0,42 | 0,83 | 0,49 |
| Dienstag | Nachspeise | Banane | 1,04 | 1,01 | 0,97 | 1,18 |
| Dienstag | 2.Zwischenmahlzeit | Milchmischgetraenk, Mokkamilch | 0,79 | 0,84 | 0,68 | 0,89 |
| Dienstag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Dienstag | Belag | Griebenschmalz | 0,59 | 0,63 | 0,57 | 0,67 |
| Dienstag | Streichfett | Butter | 0,70 | 0,75 | 0,61 | 0,8 |
| Dienstag | | Ei, verlorenes | 0,64 | 0,62 | 0,55 | 0,72 |
| Mittwoch | Frühstück | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Mittwoch | Belag | Marmelade (Orangen-) | 1,54 | 1,50 | 1,33 | 1,74 |
| Mittwoch | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,63 | 0,83 |
| Mittwoch | 1.Zwischenmahlzeit | Vanillepudding (Instant) | 0,64 | 0,69 | 0,55 | 0,73 |

**Tabelle A1:** Speiseplan für 4 Personen ohne Einschränkungen (Vergleichsspeiseplan) (Teil 2)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mittwoch | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Mittwoch | Belag | Marmelade (Orangen-) | 1,54 | 1,50 | 1,33 | 1,74 |
| Mittwoch | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,63 | 0,83 |
| Donnerstag | Frühstück | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Donnerstag | Belag | Gelee (Johannisbeer-) | 1,55 | 1,66 | 1,34 | 1,75 |
| Donnerstag | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,63 | 0,83 |
| Donnerstag | 1.Zwischenmahlzeit | Vanillepudding (TP) | 0,63 | 0,67 | 0,54 | 0,71 |
| Donnerstag | Suppe | Gulaschsuppe (K) | 0,36 | 0,35 | 0,31 | 0,41 |
| Donnerstag | Mittagessen | Tuerkisches Bohnengericht | 0,69 | 0,60 | 0,54 | 0,70 |
| Donnerstag | Gemüsebeilage | Rotkohl, geduenstet | 1,33 | 1,29 | 1,15 | 1,51 |
| Donnerstag | Nachspeise | Schokoladensosse (TP) | 0,22 | 0,24 | 0,19 | 0,25 |
| Donnerstag | Nachspeise | Crepes aus Vollkorn | 0,22 | 0,24 | 0,19 | 0,25 |
| Donnerstag | 2.Zwischenmahlzeit | Milchsuppe, suess | 0,42 | 0,45 | 0,36 | 0,48 |
| Donnerstag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Donnerstag | Belag | Nussnougatcreme | 1,01 | 1,08 | 0,87 | 1,14 |
| Donnerstag | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,63 | 0,83 |
| Freitag | Frühstück | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Freitag | Belag | Gelee (Johannisbeer-) | 1,55 | 1,66 | 1,34 | 1,75 |

**Tabelle A1:** Speiseplan für 4 Personen ohne Einschränkungen (Vergleichsspeiseplan) (Teil 3)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Freitag | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,63 | 0,83 |
| Freitag | 1.Zwischenmahlzeit | Kakao | 0,82 | 0,88 | 0,79 | 0,93 |
| Freitag | Suppe | Gulaschsuppe (TP) | 3,05 | 2,96 | 2,63 | 3,45 |
| Freitag | Mittagessen | Griesskloesse | 0,71 | 0,76 | 0,68 | 0,80 |
| Freitag | Mittagessen | Kapernsosse | 0,71 | 0,76 | 0,68 | 0,80 |
| Freitag | Gemüsebeilage | Wirsing, geduenstet | 1,80 | 1,67 | 1,49 | 1,95 |
| Freitag | Nachspeise | Griessflammeri | 0,41 | 0,44 | 0,35 | 0,46 |
| Freitag | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenflammeri | 0,52 | 0,56 | 0,45 | 0,59 |
| Freitag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Freitag | Belag | Nussnougatcreme | 1,01 | 1,08 | 0,87 | 1,14 |
| Freitag | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,63 | 0,83 |
| Samstag | Frühstück | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Samstag | Belag | Honig | 1,38 | 1,33 | 1,19 | 1,56 |
| Samstag | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,63 | 0,83 |
| Samstag | 1.Zwischenmahlzeit | Kakao (Instant) | 0,83 | 0,89 | 0,80 | 0,94 |
| Samstag | Suppe | Haferflockensuppe | 1,08 | 1,05 | 0,93 | 1,22 |
| Samstag | Mittagessen | Griessschnitten | 0,69 | 0,74 | 0,67 | 0,78 |
| Samstag | Mittagessen | Tomatensosse (Tomatenmark) | 0,69 | 0,74 | 0,67 | 0,78 |
| Samstag | Gemüsebeilage | Wuerziger Mais | 0,94 | 0,91 | 0,81 | 1,06 |

**Tabelle A1:** Speiseplan für 4 Personen ohne Einschränkungen (Vergleichsspeiseplan) (Teil 4)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Samstag | Nachspeise | Griesssuppe, suess | 0,45 | 0,48 | 0,44 | 0,51 |
| Samstag | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (fettarm) (FP) | 0,21 | 0,28 | 0,26 | 0,30 |
| Samstag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Samstag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 0,97 | 1,04 | 0,84 | 1,10 |
| Samstag | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,63 | 0,83 |
| Sonntag | Frühstück | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Sonntag | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 1,52 | 1,63 | 1,31 | 1,72 |
| Sonntag | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,63 | 0,83 |
| Sonntag | 1.Zwischenmahlzeit | Vollmilch (3,5% Fett) | 1,57 | 1,68 | 1,51 | 1,77 |
| Sonntag | Suppe | Markkloesschen | 0,67 | 0,64 | 0,57 | 0,75 |
| Sonntag | Suppe | Fleischbruehe (Instant) | 0,67 | 0,64 | 0,57 | 0,75 |
| Sonntag | Mittagessen | Schokoladensosse | 0,78 | 0,83 | 0,75 | 0,88 |
| Sonntag | Mittagessen | Pfannkuchen | 0,78 | 0,83 | 0,75 | 0,88 |
| Sonntag | Salatbeilage | Weisskohlsalat | 2,48 | 2,18 | 1,94 | 2,55 |
| Sonntag | Nachspeise | Haferflockensuppe, suess | 0,40 | 0,43 | 0,38 | 0,45 |
| Sonntag | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (Instant) | 0,64 | 0,69 | 0,55 | 0,73 |
| Sonntag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Sonntag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 0,97 | 1,04 | 0,84 | 1,10 |

**Tabelle A1:** Speiseplan für 4 Personen ohne Einschränkungen (Vergleichsspeiseplan) (Teil 5)

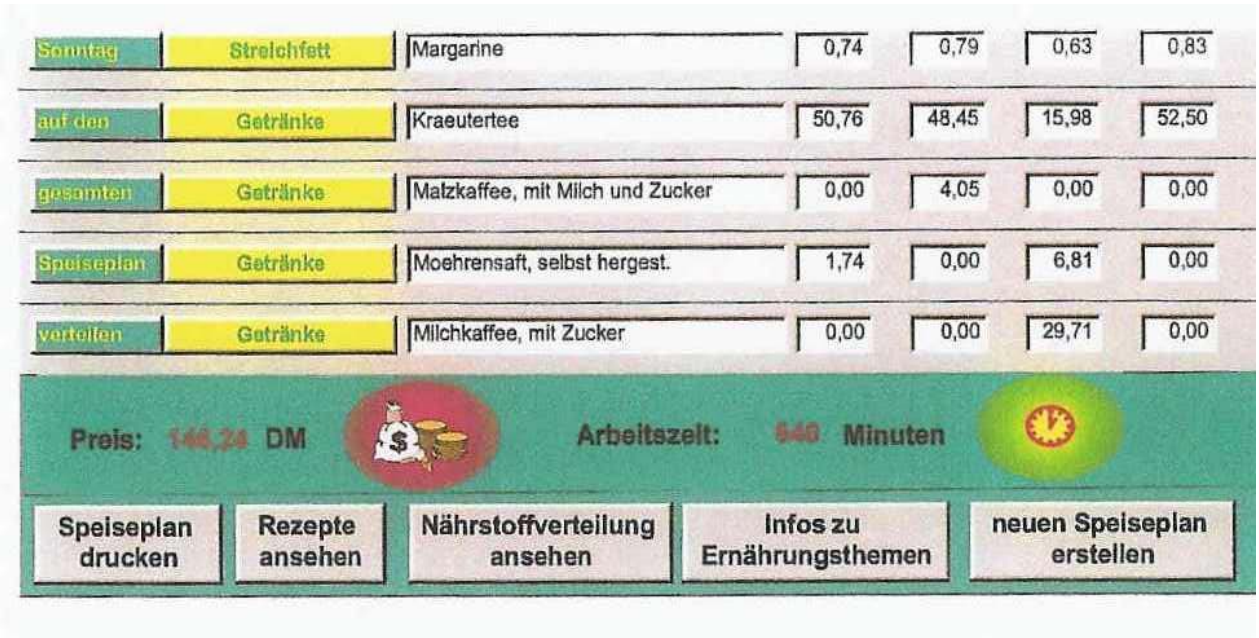
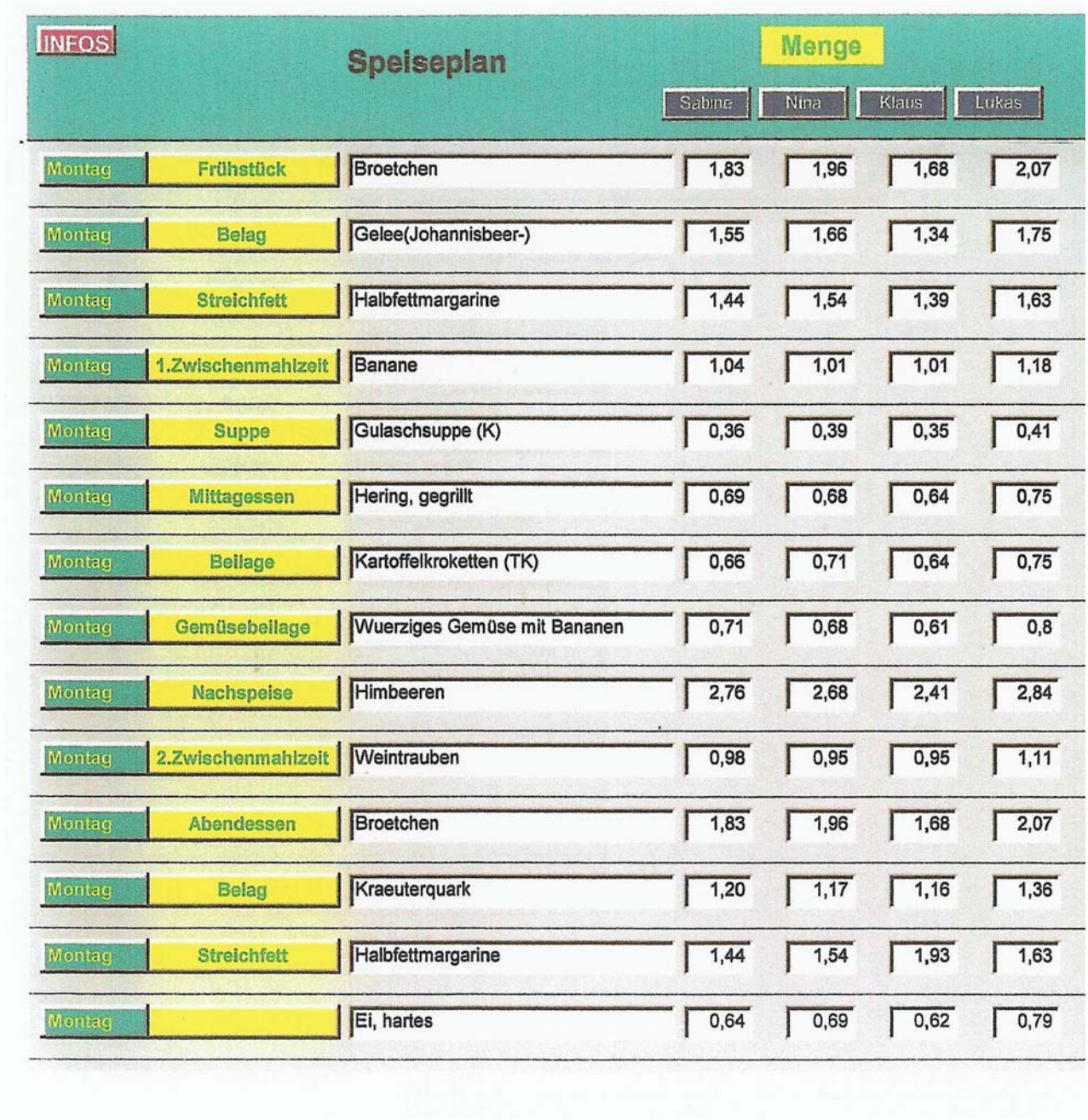



**Tabelle A1:** Speiseplan für 4 Personen ohne Einschränkungen (Vergleichsspeiseplan) (Teil 6)



INFOS

Speiseplan

| | | | Menge | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sabine | Nina | Klaus | Lukas |
| Montag | Frühstück | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Montag | Belag | Gelee(Johannisbeer-) | 1,55 | 1,66 | 1,34 | 1,75 |
| Montag | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Montag | 1.Zwischenmahlzeit | Banane | 1,04 | 1,01 | 1,01 | 1,18 |
| Montag | Suppe | Gulaschsuppe (K) | 0,36 | 0,39 | 0,35 | 0,41 |
| Montag | Mittagessen | Hering, gegrillt | 0,69 | 0,68 | 0,64 | 0,75 |
| Montag | Beilage | Kartoffelkroketten (TK) | 0,66 | 0,71 | 0,64 | 0,75 |
| Montag | Gemüsebeilage | Wuerziges Gemüse mit Bananen | 0,71 | 0,68 | 0,61 | 0,8 |
| Montag | Nachspeise | Himbeeren | 2,76 | 2,68 | 2,41 | 2,84 |
| Montag | 2.Zwischenmahlzeit | Weintrauben | 0,98 | 0,95 | 0,95 | 1,11 |
| Montag | Abendessen | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Montag | Belag | Kraeuterquark | 1,20 | 1,17 | 1,16 | 1,36 |
| Montag | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,93 | 1,63 |
| Montag | | Ei, hartes | 0,64 | 0,69 | 0,62 | 0,79 |

**Tabelle A2:** Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ (Teil 1)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dienstag | Frühstück | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Dienstag | Belag | Honig | 1,38 | 1,47 | 1,19 | 1,56 |
| Dienstag | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Dienstag | 1.Zwischenmahlzeit | Dickmilch (1,5%Fett)m.Fruechten | 0,52 | 0,50 | 0,50 | 0,58 |
| Dienstag | Suppe | Gulaschsuppe (TP) | 3,05 | 2,69 | 2,93 | 3,09 |
| Dienstag | Mittagessen | Rumpsteak, gebraten | 0,86 | 0,83 | 0,83 | 0,97 |
| Dienstag | Beilage | Kuemmelkartoffel | 1,06 | 1,02 | 0,91 | 1,19 |
| Dienstag | Gemüsebeilage | Gruenkohl (TK) | 1,83 | 1,61 | 1,43 | 1,88 |
| Dienstag | Nachspeise | Joghurt (1,5%Fett), m.Fruechten | 0,68 | 0,65 | 0,65 | 0,76 |
| Dienstag | 2.Zwischenmahlzeit | Buttermilch | 2,79 | 2,98 | 2,68 | 3,15 |
| Dienstag | Abendessen | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Dienstag | Belag | Kraeuterquark | 1,20 | 1,17 | 1,16 | 1,36 |
| Dienstag | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Dienstag | | Gewuerzgurke (K), mittelgross | 2,90 | 2,81 | 2,50 | 3,28 |
| Mittwoch | Frühstück | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Mittwoch | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 1,52 | 1,63 | 1,31 | 1,72 |

**Tabelle A2:** Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ (Teil 2)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mittwoch | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Mittwoch | 1.Zwischenmahlzeit | Erbeereis (TK) | 0,74 | 0,79 | 0,71 | 0,84 |
| Mittwoch | Suppe | Haferflockensuppe | 1,08 | 1,05 | 0,93 | 1,22 |
| Mittwoch | Mittagessen | Schaelrippchen, gekocht | 0,50 | 0,48 | 0,48 | 0,56 |
| Mittwoch | Beilage | Risi pisi | 0,62 | 0,60 | 0,60 | 0,7 |
| Mittwoch | Gemüsebeilage | Porree/Lauch (TK) | 2,75 | 2,40 | 2,50 | 2,7 |
| Mittwoch | Nachspeise | Milchmischgetraenk, Erdbeermilch | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,58 |
| Mittwoch | 2.Zwischenmahlzeit | Fettarme Milch (1,5%), H-Milch | 2,09 | 2,23 | 2,01 | 2,36 |
| Mittwoch | Abendessen | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Mittwoch | Belag | Speisequark, mager | 1,87 | 2,00 | 1,80 | 2,12 |
| Mittwoch | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Mittwoch | | Tomatenpaprika (K) | 1,74 | 1,69 | 1,68 | 1,97 |
| Donnersta | Frühstück | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Donnersta | Belag | Nussnougatcreme | 1,01 | 0,98 | 0,97 | 1,14 |
| Donnersta | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Donnersta | 1.Zwischenmahlzeit | Erdbeeren | 2,85 | 2,51 | 2,49 | 2,93 |

**Tabelle A2:** Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ (Teil 3)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Donnersta | Suppe | Kartoffelsuppe | 1,80 | 1,74 | 1,73 | 2,03 |
| Donnersta | Mittagessen | Schweinefilet, gebraten | 1,14 | 1,21 | 1,09 | 1,29 |
| Donnersta | Beilage | Kartoffelpueree | 1,19 | 1,27 | 1,15 | 1,35 |
| Donnersta | Gemüsebeilage | Rotkohl (TK) (Apfelrotkohl) | 2,30 | 2,10 | 2,10 | 2,4 |
| Donnersta | Nachspeise | Milchspeiseeis | 1,97 | 2,10 | 1,89 | 2,22 |
| Donnersta | 2.Zwischenmahlzeit | Joghurt, 1,5% Fett | 2,91 | 2,90 | 2,80 | 3,01 |
| Donnersta | Abendessen | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Donnersta | Belag | Speisequark, mager | 1,87 | 2,00 | 1,80 | 2,12 |
| Donnersta | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Donnersta | | Tomatenpaprika (K) | 1,74 | 1,69 | 1,68 | 1,97 |
| Freitag | Frühstück | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Freitag | Belag | Nussnougatcreme | 1,01 | 0,98 | 0,97 | 1,14 |
| Freitag | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Freitag | 1.Zwischenmahlzeit | Frucht-Buttermilch (FP) | 0,68 | 0,72 | 0,65 | 0,77 |
| Freitag | Suppe | Spargelcremesuppe (K) | 0,61 | 0,65 | 0,58 | 0,69 |
| Freitag | Mittagessen | Schweinekotelett | 0,88 | 0,85 | 0,76 | 1 |
| Freitag | Beilage | Pommes frites (TK) (i.Backofen erhitzt | 1,14 | 1,11 | 1,10 | 1,29 |
| Freitag | Gemüsebeilage | Spinat (Rahmspinat) (TK) | 1,91 | 1,86 | 1,67 | 1,96 |

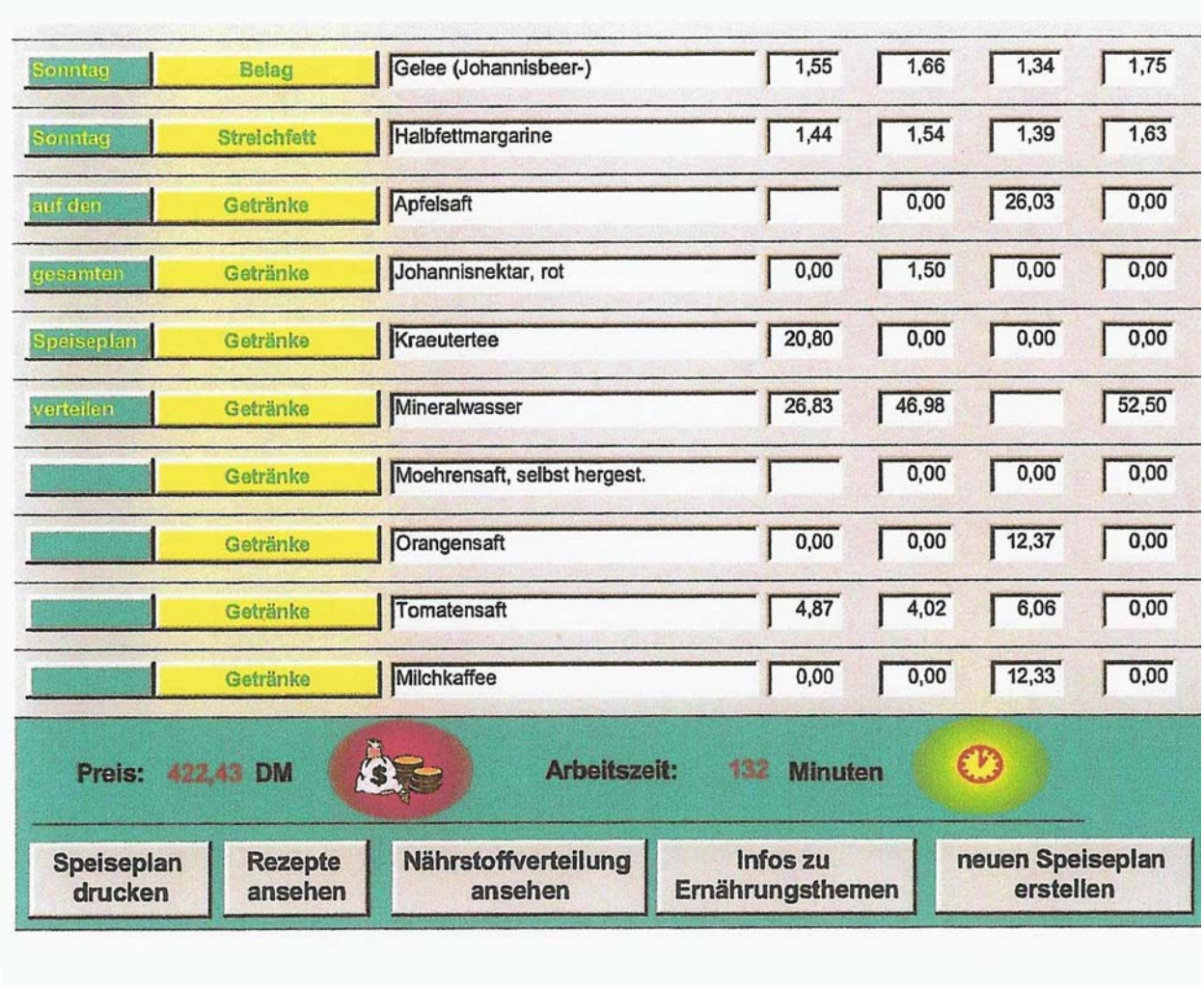
**Tabelle A2:** Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ (Teil 4)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Freitag | Nachspeise | Orange | 1,48 | 1,43 | 1,42 | 1,67 |
| Freitag | 2.Zwischenmahlzeit | Joghurt, 3,5% Fett | 2,03 | 2,17 | 1,95 | 2,29 |
| Freitag | Abendessen | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Freitag | Belag | Apfelkraut | 1,91 | 1,85 | 1,84 | 2,16 |
| Freitag | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Samstag | Frühstück | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Samstag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 0,97 | 1,04 | 0,94 | 1,10 |
| Samstag | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Samstag | 1.Zwischenmahlzeit | Fruchtquark (20% Fett i. Tr.) | 1,95 | 1,89 | 1,87 | 2,20 |
| Samstag | Suppe | Zwiebelsuppe (K) | 0,79 | 0,84 | 0,76 | 0,89 |
| Samstag | Mittagessen | Eisbein, gekocht | 0,86 | 0,84 | 0,83 | 0,98 |
| Samstag | Beilage | Kartoffelkloesse (aus gek. Kartoffeln) (T | 1,09 | 1,17 | 1,05 | 1,23 |
| Samstag | Gemüsebeilage | Wuerziger Mais | 0,94 | 0,91 | 0,90 | 1,06 |
| Samstag | Nachspeise | Schokoladeneis (TK) | 0,45 | 0,48 | 0,44 | 0,51 |
| Samstag | 2.Zwischenmahlzeit | Magermilch | 2,39 | 2,55 | 2,30 | 2,70 |
| Samstag | Abendessen | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Samstag | Belag | Apfelkraut | 1,91 | 1,85 | 1,84 | 2,16 |

**Tabelle A2:** Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ (Teil 5)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Samstag | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Sonntag | Frühstück | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |
| Sonntag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 0,97 | 1,04 | 0,94 | 1,10 |
| Sonntag | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| Sonntag | 1.Zwischenmahlzeit | Grapefruit | 1,52 | 1,62 | 1,46 | 1,72 |
| Sonntag | Suppe | Nudeln (Suppeneinlage) | 1,58 | 1,53 | 1,36 | 1,78 |
| Sonntag | Suppe | Bruehe (Instant) | 1,58 | 1,53 | 1,36 | 1,78 |
| Sonntag | Mittagessen | Schokoladensosse (Instant) | 0,81 | 0,86 | 0,78 | 0,91 |
| Sonntag | Mittagessen | Reisbrei | 0,81 | 0,86 | 0,78 | 0,91 |
| Sonntag | Salatbeilage | Gurken mit Kraeutern | 1,20 | 1,16 | 1,04 | 1,36 |
| Sonntag | Nachspeise | Weincreme | 0,44 | 0,43 | 0,38 | 0,50 |
| Sonntag | 2.Zwischenmahlzeit | Sauermilch (Trinksauermilch), 1,5% Fet | 2,95 | 3,15 | 2,84 | 3,34 |
| Sonntag | Abendessen | Broetchen | 1,83 | 1,96 | 1,68 | 2,07 |

**Tabelle A2:** Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ (Teil 6)



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sonntag | Belag | Gelee (Johannisbeer-) | 1,55 | 1,66 | 1,34 | 1,75 |
| Sonntag | Streichfett | Halbfettmargarine | 1,44 | 1,54 | 1,39 | 1,63 |
| auf den | Getränke | Apfelsaft | | 0,00 | 26,03 | 0,00 |
| gesamten | Getränke | Johannisnektar, rot | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 |
| Speiseplan | Getränke | Kraeutertee | 20,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| verteilen | Getränke | Mineralwasser | 26,83 | 46,98 | | 52,50 |
| | Getränke | Moehrensaft, selbst hergest. | | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Getränke | Orangensaft | 0,00 | 0,00 | 12,37 | 0,00 |
| | Getränke | Tomatensaft | 4,87 | 4,02 | 6,06 | 0,00 |
| | Getränke | Milchkaffee | 0,00 | 0,00 | 12,33 | 0,00 |

Preis: 422,43 DM  Arbeitszeit: 132 Minuten

Speiseplan drucken | Rezepte ansehen | Nährstoffverteilung ansehen | Infos zu Ernährungsthemen | neuen Speiseplan erstellen

**Tabelle A2:** Speiseplan für 4 Personen  mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ (Teil 7)

| INFOS | Speiseplan | | Menge | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sabine | Nina | Klaus | Lukas |
| Montag | Frühstück | Griessbrei | 1,68 | 1,79 | 1,01 | 1,90 |
| Montag | 1.Zwischenmahlzeit | Himbeeren | 2,51 | 2,43 | 2,16 | 2,84 |
| Montag | Suppe | Griesssuppe, geroestet | 1,20 | 1,16 | 1,16 | 1,36 |
| Montag | Mittagessen | Hering, gegrillt | 0,66 | 0,64 | 0,57 | 0,75 |
| Montag | Beilage | Kartoffelschmarrn | 0,61 | 0,65 | 0,59 | 0,69 |
| Montag | Gemüsebeilage | Wuerziger Mais | 0,94 | 0,91 | 0,81 | 1,06 |
| Montag | Nachspeise | Schoko-Obstsalat | 0,75 | 0,73 | 0,65 | 0,85 |
| Montag | 2.Zwischenmahlzeit | Vanillequark | 0,38 | 0,37 | 0,33 | 0,43 |
| Montag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Montag | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 1,52 | 1,63 | 1,31 | 1,72 |
| Montag | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,71 | 0,83 |
| auf den | Getränke | Apfelsaft | 0,00 | 1,00 | 1,07 | 0,00 |
| gesamten | Getränke | Kraeutertee | 6,70 | 6,28 | 0,78 | 7,50 |
| Speiseplan | Getränke | Moehrensaft, selbst hergest. | 0,80 | 0,25 | 1,32 | 0,00 |

**Tabelle A3:** Speiseplan für 4 Personen und einen Tag mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 1)

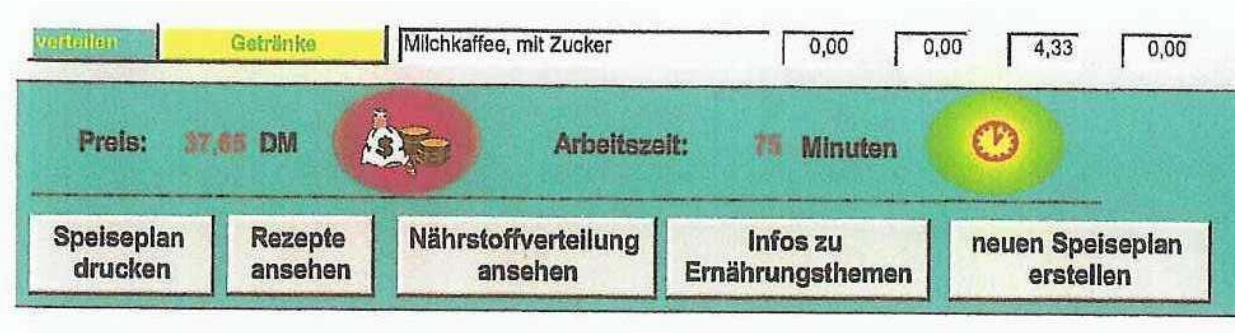
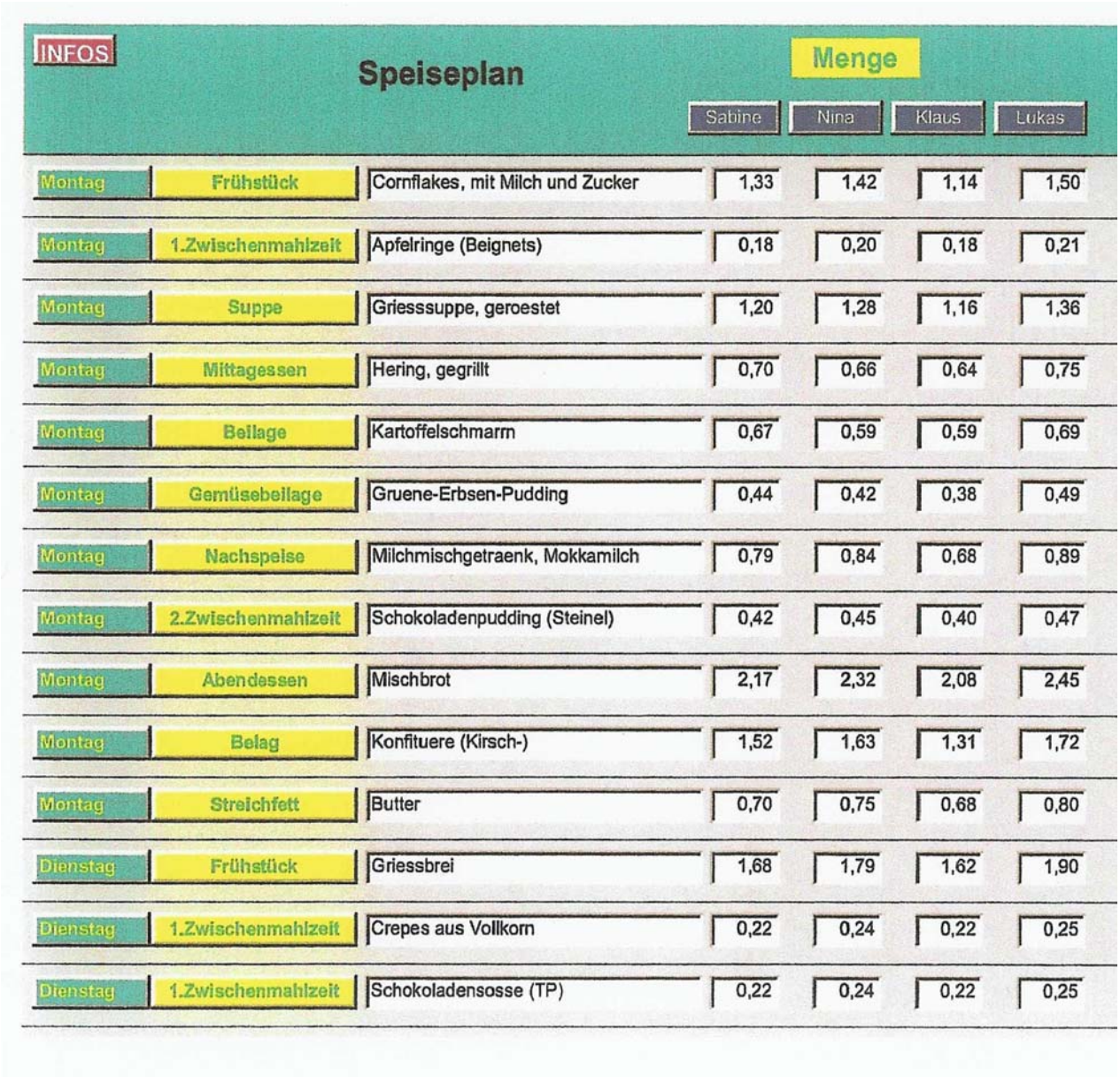



**Tabelle A3:** Speiseplan für 4 Personen und einen Tag mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 2)



| INFOS | Speiseplan | | Menge | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sabine | Nina | Klaus | Lukas |
| Montag | Frühstück | Cornflakes, mit Milch und Zucker | 1,33 | 1,42 | 1,14 | 1,50 |
| Montag | 1.Zwischenmahlzeit | Apfelringe (Beignets) | 0,18 | 0,20 | 0,18 | 0,21 |
| Montag | Suppe | Griesssuppe, geroestet | 1,20 | 1,28 | 1,16 | 1,36 |
| Montag | Mittagessen | Hering, gegrillt | 0,70 | 0,66 | 0,64 | 0,75 |
| Montag | Beilage | Kartoffelschmarrn | 0,67 | 0,59 | 0,59 | 0,69 |
| Montag | Gemüsebeilage | Gruene-Erbsen-Pudding | 0,44 | 0,42 | 0,38 | 0,49 |
| Montag | Nachspeise | Milchmischgetraenk, Mokkamilch | 0,79 | 0,84 | 0,68 | 0,89 |
| Montag | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (Steinel) | 0,42 | 0,45 | 0,40 | 0,47 |
| Montag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Montag | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 1,52 | 1,63 | 1,31 | 1,72 |
| Montag | Streichfett | Butter | 0,70 | 0,75 | 0,68 | 0,80 |
| Dienstag | Frühstück | Griessbrei | 1,68 | 1,79 | 1,62 | 1,90 |
| Dienstag | 1.Zwischenmahlzeit | Crepes aus Vollkorn | 0,22 | 0,24 | 0,22 | 0,25 |
| Dienstag | 1.Zwischenmahlzeit | Schokoladensosse (TP) | 0,22 | 0,24 | 0,22 | 0,25 |

**Tabelle A4:** Fleischloser Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 1)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dienstag | Suppe | Gruene-Erbsen-Suppe mit Tomaten | 0,82 | 0,80 | 0,79 | 0,93 |
| Dienstag | Mittagessen | Kaesespaetzle | 0,67 | 0,72 | 0,65 | 0,76 |
| Dienstag | Gemüsebeilage | Rosenkohl, geduenstet | 1,96 | 1,73 | 1,71 | 2,01 |
| Dienstag | Nachspeise | Milchmischgetraenk, Orangenmilch | 0,82 | 0,79 | 0,70 | 0,92 |
| Dienstag | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (TP) | 0,60 | 0,64 | 0,52 | 0,68 |
| Dienstag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Dienstag | Belag | Marmelade (Orangen-) | 1,55 | 1,50 | 1,33 | 1,75 |
| Dienstag | Streichfett | Butter | 0,70 | 0,75 | 0,68 | 0,80 |
| Mittwoch | Frühstück | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Mittwoch | Belag | Gelee (Johannisbeer-) | 1,55 | 1,66 | 1,34 | 1,75 |
| Mittwoch | Streichfett | Butter | 0,70 | 0,75 | 0,68 | 0,80 |
| Mittwoch | 1.Zwischenmahlzeit | Griessflammeri | 0,41 | 0,44 | 0,39 | 0,46 |
| Mittwoch | Suppe | Gruenkernkloesschensuppe | 0,49 | 0,52 | 0,47 | 0,55 |
| Mittwoch | Mittagessen | Soja-Hirse-Omelette | 0,96 | 0,93 | 0,93 | 1,09 |
| Mittwoch | Gemüsebeilage | Rotkohl, geduenstet | 1,33 | 1,29 | 1,17 | 1,51 |
| Mittwoch | Nachspeise | Milchsuppe, suess | 0,42 | 0,45 | 0,36 | 0,48 |
| Mittwoch | 2.Zwischenmahlzeit | Vanillepudding (Instant) | 0,64 | 0,69 | 0,55 | 0,73 |

**Tabelle A4:** Fleischloser Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 2)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mittwoch | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Mittwoch | Belag | Marmelade (Orangen-) | 1,55 | 1,50 | 1,33 | 1,75 |
| Mittwoch | Streichfett | Butter | 0,70 | 0,75 | 0,68 | 0,80 |
| Donnerstag | Frühstück | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Donnerstag | Belag | Gelee (Johannisbeer-) | 1,55 | 1,66 | 1,34 | 1,75 |
| Donnerstag | Streichfett | Butter | 0,70 | 0,75 | 0,68 | 0,80 |
| Donnerstag | 1.Zwischenmahlzeit | Griesssuppe, suess | 0,45 | 0,48 | 0,44 | 0,51 |
| Donnerstag | Suppe | Haferflockensuppe | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 1,22 |
| Donnerstag | Mittagessen | Tuerkisches Bohnengericht | 0,69 | 0,60 | 0,54 | 0,70 |
| Donnerstag | Gemüsebeilage | Spinat (Rahmspinat) (TK) | 1,91 | 1,68 | 1,50 | 1,96 |
| Donnerstag | Nachspeise | Mokkacreme | 0,52 | 0,50 | 0,45 | 0,59 |
| Donnerstag | 2.Zwischenmahlzeit | Vanillepudding (TP) | 0,63 | 0,67 | 0,54 | 0,71 |
| Donnerstag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Donnerstag | Belag | Nussnougatcreme | 1,01 | 1,08 | 0,97 | 1,14 |
| Donnerstag | Streichfett | Butter | 0,70 | 0,75 | 0,68 | 0,80 |
| Freitag | Frühstück | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Freitag | Belag | Honig | 1,38 | 1,34 | 1,19 | 1,56 |

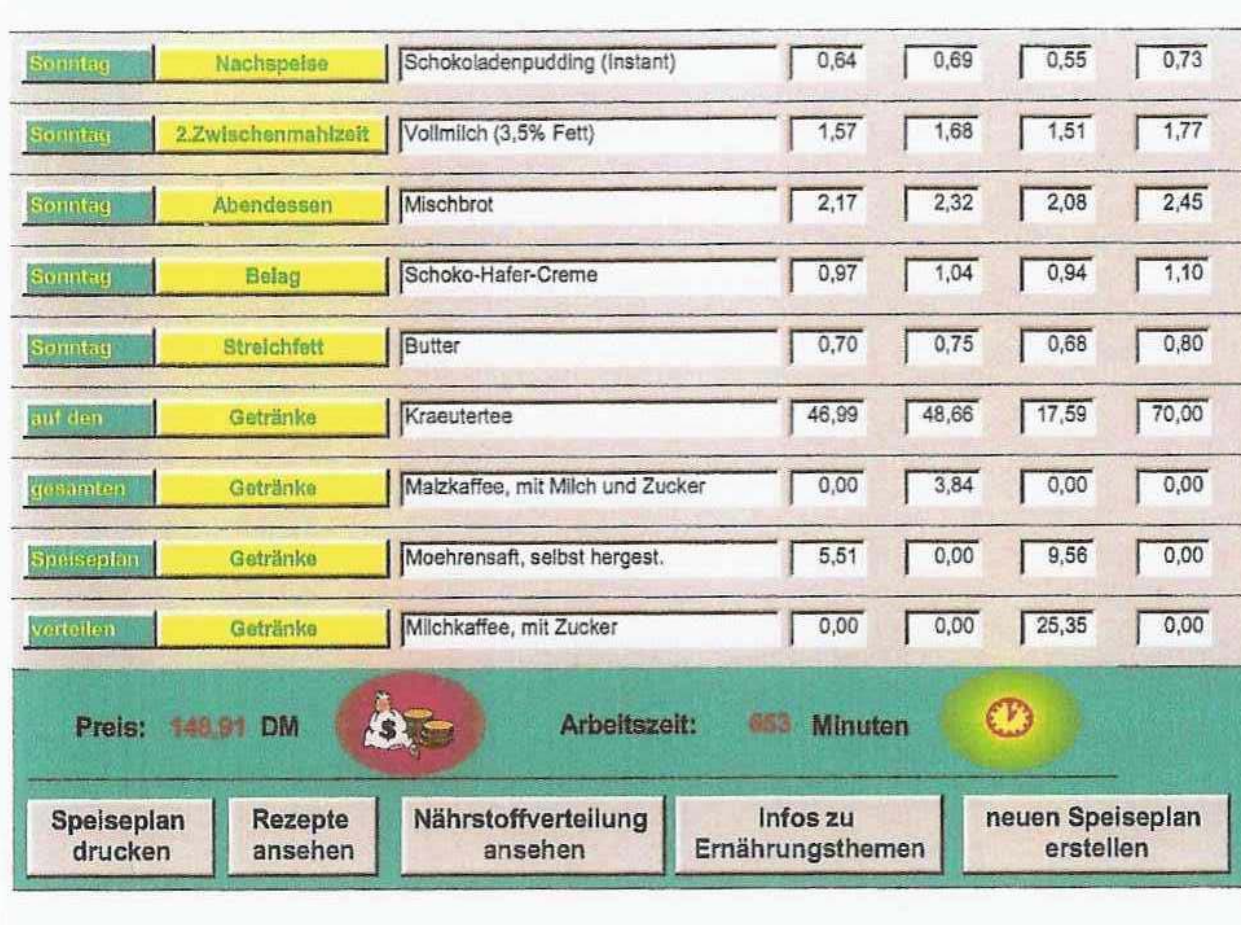
**Tabelle A4:** Fleischloser Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 3)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Freitag | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,71 | 0,83 |
| Freitag | 1.Zwischenmahlzeit | Haferflockensuppe, suess | 0,40 | 0,43 | 0,38 | 0,45 |
| Freitag | Suppe | Lauchcremesuppe | 1,55 | 1,50 | 1,34 | 1,75 |
| Freitag | Mittagessen | Griesskloesse | 0,71 | 0,76 | 0,68 | 0,80 |
| Freitag | Mittagessen | Kapernsosse | 0,71 | 0,76 | 0,68 | 0,80 |
| Freitag | Gemüsebeilage | Wirsing, geduenstet | 1,90 | 1,67 | 1,66 | 1,95 |
| Freitag | Nachspeise | Schokoladenflammeri | 0,52 | 0,56 | 0,45 | 0,59 |
| Freitag | 2.Zwischenmahlzeit | Kakao | 0,82 | 0,88 | 0,79 | 0,93 |
| Freitag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Freitag | Belag | Nussnougatcreme | 1,01 | 1,08 | 0,97 | 1,14 |
| Freitag | Streichfett | Butter | 0,70 | 0,75 | 0,68 | 0,80 |
| Samstag | Frühstück | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Samstag | Belag | Honig | 1,38 | 1,34 | 1,19 | 1,56 |
| Samstag | Streichfett | Margarine | 0,74 | 0,79 | 0,71 | 0,83 |
| Samstag | 1.Zwischenmahlzeit | Karamelcreme | 0,53 | 0,56 | 0,45 | 0,59 |
| Samstag | Suppe | Selleriesuppe | 1,63 | 1,58 | 1,41 | 1,84 |

**Tabelle A4:** Fleischloser Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 4)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Samstag | Mittagessen | Griessschnitten | 0,69 | 0,74 | 0,67 | 0,78 |
| Samstag | Mittagessen | Tomatensosse (Tomatenmark) | 0,69 | 0,74 | 0,67 | 0,78 |
| Samstag | Gemüsebeilage | Wuerziger Mais | 0,94 | 0,91 | 0,81 | 1,06 |
| Samstag | Nachspeise | Schokoladenpudding (fettarm) (FP) | 0,27 | 0,28 | 0,26 | 0,30 |
| Samstag | 2.Zwischenmahlzeit | Kakao (Instant) | 0,83 | 0,89 | 0,80 | 0,94 |
| Samstag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Samstag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 0,97 | 1,04 | 0,94 | 1,10 |
| Samstag | Streichfett | Butter | 0,70 | 0,75 | 0,68 | 0,80 |
| Sonntag | Frühstück | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Sonntag | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 1,52 | 1,63 | 1,31 | 1,72 |
| Sonntag | Streichfett | Milchhalbfett | 1,37 | 1,46 | 1,31 | 1,54 |
| Sonntag | 1.Zwischenmahlzeit | Milchmischgetraenk, Erdbeermilch (1,5 | 0,51 | 0,50 | 0,44 | 0,58 |
| Sonntag | Suppe | Nudeln (Suppeneinlage) | 1,58 | 1,53 | 1,36 | 1,78 |
| Sonntag | Suppe | Bruehe (Instant) | 1,58 | 1,53 | 1,36 | 1,78 |
| Sonntag | Mittagessen | Schokoladensosse | 0,78 | 0,83 | 0,75 | 0,88 |
| Sonntag | Mittagessen | Pfannkuchen | 0,78 | 0,83 | 0,75 | 0,88 |
| Sonntag | Salatbeilage | Weisskohlsalat | 2,48 | 2,18 | 2,17 | 2,55 |

**Tabelle A4:** Fleischloser Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 5)



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sonntag | Nachspeise | Schokoladenpudding (Instant) | 0,64 | 0,69 | 0,55 | 0,73 |
| Sonntag | 2.Zwischenmahlzeit | Vollmilch (3,5% Fett) | 1,57 | 1,68 | 1,51 | 1,77 |
| Sonntag | Abendessen | Mischbrot | 2,17 | 2,32 | 2,08 | 2,45 |
| Sonntag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 0,97 | 1,04 | 0,94 | 1,10 |
| Sonntag | Streichfett | Butter | 0,70 | 0,75 | 0,68 | 0,80 |
| auf den | Getränke | Kraeutertee | 46,99 | 48,66 | 17,59 | 70,00 |
| gesamten | Getränke | Malzkaffee, mit Milch und Zucker | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| Speiseplan | Getränke | Moehrensaft, selbst hergest. | 5,51 | 0,00 | 9,56 | 0,00 |
| verteilen | Getränke | Milchkaffee, mit Zucker | 0,00 | 0,00 | 25,35 | 0,00 |



**Tabelle A4:** Fleischloser Speiseplan für 4 Personen mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 6)

INFOS

| Speiseplan | | | Menge | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sabine | Nina | Klaus | Lukas |
| Montag | Frühstück | Griessbrei | 2,24 | 2,39 | 1,93 | 2,53 |
| Montag | Mittagessen | Hering, gegrillt | 0,99 | 0,96 | 0,86 | 1,12 |
| Montag | Beilage | Kartoffelkroketten | 0,83 | 0,89 | 0,80 | 0,94 |
| Montag | Gemüsebeilage | Wuerziges Gemüse mit Bananen | 0,88 | 0,86 | 0,76 | 1,00 |
| Montag | Abendessen | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Montag | Belag | Russischer Quark | 1,39 | 1,35 | 1,20 | 1,57 |
| Montag | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| Montag | | Ei, hartes | 0,93 | 0,90 | 0,80 | 1,05 |
| Dienstag | Frühstück | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Dienstag | Belag | Nussnougatcreme | 1,45 | 1,54 | 1,25 | 1,63 |
| Dienstag | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| Dienstag | Mittagessen | Leber-Apfel-Gulasch | 1,42 | 1,26 | 1,12 | 1,47 |
| Dienstag | Beilage | Spaetzle | 0,52 | 0,56 | 0,50 | 0,59 |
| Dienstag | Gemüsebeilage | Erbsenpueree | 0,69 | 0,67 | 0,59 | 0,78 |

**Tabelle A5:** Speiseplan für 4 Personen mit 3 Mahlzeiten und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 1)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dienstag | Abendessen | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Dienstag | Belag | Marmelade (Orangen-) | 2,21 | 2,14 | 1,90 | 2,50 |
| Dienstag | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| Mittwoch | Frühstück | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Mittwoch | Belag | Marmelade (Orangen-) | 2,21 | 2,14 | 1,90 | 2,50 |
| Mittwoch | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| Mittwoch | Mittagessen | Kaesespaetzle | 0,93 | 0,99 | 0,80 | 1,05 |
| Mittwoch | Gemüsebeilage | Gruene-Erbsen-Pudding | 0,55 | 0,58 | 0,47 | 0,62 |
| Mittwoch | Abendessen | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Mittwoch | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 2,18 | 2,32 | 1,88 | 2,46 |
| Mittwoch | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| Donnerstag | Frühstück | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Donnerstag | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 2,18 | 2,32 | 1,88 | 2,46 |
| Donnerstag | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| Donnerstag | Mittagessen | Speckpfannkuchen | 1,16 | 1,24 | 1,00 | 1,32 |
| Donnerstag | Gemüsebeilage | Rosenkohl, geduenstet | 2,23 | 2,16 | 2,14 | 2,52 |
| Donnerstag | Abendessen | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |

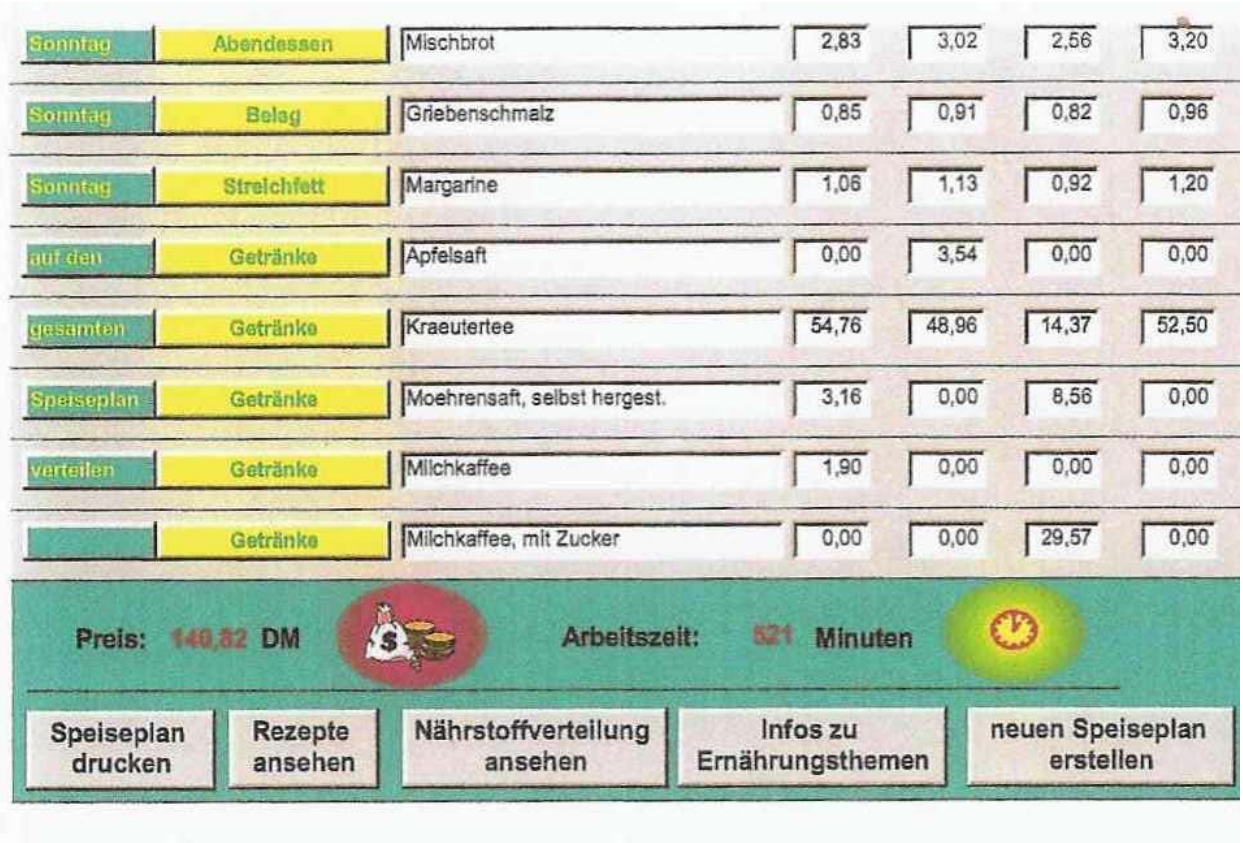
**Tabelle A5:** Speiseplan für 4 Personen mit 3 Mahlzeiten und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 2)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Donnerstag | Belag | Gelee (Johannisbeer-) | 2,22 | 2,37 | 1,91 | 2,50 |
| Donnerstag | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| Freitag | Frühstück | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Freitag | Belag | Gelee (Johannisbeer-) | 2,22 | 2,37 | 1,91 | 2,50 |
| Freitag | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| Freitag | Mittagessen | Kapernsosse | 0,97 | 1,04 | 0,84 | 1,10 |
| Freitag | Mittagessen | Griesskloesse | 0,97 | 1,04 | 0,84 | 1,10 |
| Freitag | Gemüsebeilage | Rotkohl, geduenstet | 1,67 | 1,62 | 1,44 | 1,89 |
| Freitag | Abendessen | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Freitag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 1,39 | 1,48 | 1,20 | 1,57 |
| Freitag | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| Samstag | Frühstück | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Samstag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 1,39 | 1,48 | 1,20 | 1,57 |
| Samstag | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |

**Tabelle A5:** Speiseplan für 4 Personen mit 3 Mahlzeiten und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 3)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Samstag | Mittagessen | Tomatensosse (Tomatenmark) | 0,95 | 1,02 | 0,82 | 1,08 |
| Samstag | Mittagessen | Griessschnitten | 0,95 | 1,02 | 0,82 | 1,08 |
| Samstag | Gemüsebeilage | Wuerziger Mais | 1,17 | 1,13 | 1,01 | 1,32 |
| Samstag | Abendessen | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Samstag | Belag | Griebenschmalz | 0,85 | 0,91 | 0,82 | 0,96 |
| Samstag | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| Samstag | | Ei, hartes | 0,93 | 0,90 | 0,80 | 1,05 |
| Sonntag | Frühstück | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Sonntag | Belag | Nussnougatcreme | 1,45 | 1,54 | 1,25 | 1,63 |
| Sonntag | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| Sonntag | Mittagessen | Schokoladensosse | 1,07 | 1,14 | 1,03 | 1,21 |
| Sonntag | Mittagessen | Schokoladensosse | 1,07 | 1,14 | 1,03 | 1,21 |
| Sonntag | Mittagessen | Pfannkuchen | 1,07 | 1,14 | 1,03 | 1,21 |
| Sonntag | Mittagessen | Pfannkuchen | 1,07 | 1,14 | 1,03 | 1,21 |
| Sonntag | Salatbeilage | Weisskohlsalat | 2,81 | 2,73 | 2,43 | 3,18 |

**Tabelle A5:** Speiseplan für 4 Personen mit 3 Mahlzeiten und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 4)



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sonntag | Abendessen | Mischbrot | 2,83 | 3,02 | 2,56 | 3,20 |
| Sonntag | Belag | Griebenschmalz | 0,85 | 0,91 | 0,82 | 0,96 |
| Sonntag | Streichfett | Margarine | 1,06 | 1,13 | 0,92 | 1,20 |
| auf den | Getränke | Apfelsaft | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 |
| gesamten | Getränke | Kraeutertee | 54,76 | 48,96 | 14,37 | 52,50 |
| Speiseplan | Getränke | Moehrensaft, selbst hergest. | 3,16 | 0,00 | 8,56 | 0,00 |
| verteilen | Getränke | Milchkaffee | 1,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Getränke | Milchkaffee, mit Zucker | 0,00 | 0,00 | 29,57 | 0,00 |



**Tabelle A5:** Speiseplan für 4 Personen mit 3 Mahlzeiten und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 5)

| INFOS | Speiseplan | | Menge | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Sabine | Klaus |
| Montag | Frühstück | Griessbrei | 1,45 | 2,07 |
| Montag | 1.Zwischenmahlzeit | Apfelringe (Beignets) | 0,16 | 0,21 |
| Montag | Suppe | Griesssuppe, geroestet | 1,04 | 1,44 |
| Montag | Mittagessen | Hering, gegrillt | 0,57 | 0,75 |
| Montag | Beilage | Kartoffelschmarrn | 0,59 | 0,69 |
| Montag | Gemüsebeilage | Bananengemuese | 0,61 | 0,80 |
| Montag | Nachspeise | Karamelcreme | 0,45 | 0,59 |
| Montag | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (Steinel) | 0,36 | 0,51 |
| Montag | Abendessen | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Montag | Belag | Bockwurst | 0,62 | 0,88 |
| Montag | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Montag | | Ei, hartes | 0,56 | 0,73 |
| Dienstag | Frühstück | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Dienstag | Belag | Gelee (Johannisbeer-) | 1,34 | 1,75 |
| Dienstag | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Dienstag | 1.Zwischenmahlzeit | Crepes aus Vollkorn | 0,19 | 0,25 |
| Dienstag | 1.Zwischenmahlzeit | Schokoladensosse (TP) | 0,19 | 0,25 |

**Tabelle A6:** Speiseplan für Vater und Mutter mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 1)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dienstag | Suppe | Gruene-Erbsen-Suppe mit Tomaten | 0,71 | 1,01 |
| Dienstag | Mittagessen | Leber-Apfel-Gulasch | 0,83 | 0,90 |
| Dienstag | Beilage | Spaetzle | 0,40 | 0,51 |
| Dienstag | Gemüsebeilage | Gruene-Erbsen-Pudding | 0,38 | 0,49 |
| Dienstag | Nachspeise | Milchmischgetraenk, Mokkamilch | 0,68 | 0,69 |
| Dienstag | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (TP) | 0,52 | 0,68 |
| Dienstag | Abendessen | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Dienstag | Belag | Bockwurst | 0,62 | 0,88 |
| Dienstag | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Dienstag | | Ei, hartes | 0,56 | 0,73 |
| Mittwoch | Frühstück | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Mittwoch | Belag | Gelee (Johannisbeer-) | 1,34 | 1,75 |
| Mittwoch | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Mittwoch | 1.Zwischenmahlzeit | Griessflammeri | 0,35 | 0,50 |
| Mittwoch | Suppe | Gruenkernkloesschensuppe | 0,42 | 0,55 |
| Mittwoch | Mittagessen | Kaesespaetzle | 0,58 | 0,83 |
| Mittwoch | Gemüsebeilage | Rosenkohl, geduenstet | 1,71 | 2,01 |
| Mittwoch | Nachspeise | Milchmischgetraenk, Orangenmilch | 0,70 | 0,92 |
| Mittwoch | 2.Zwischenmahlzeit | Vanillepudding (Instant) | 0,55 | 0,73 |
| Mittwoch | Abendessen | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |

**Tabelle A6:** Speiseplan für Vater und Mutter mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 2)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mittwoch | Belag | Griebenschmalz | 0,51 | 0,73 |
| Mittwoch | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Mittwoch | | Ei, weiches | 0,56 | 0,73 |
| Donnerstag | Frühstück | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Donnerstag | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 1,31 | 1,72 |
| Donnerstag | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Donnerstag | 1.Zwischenmahlzeit | Griesssuppe, suess | 0,39 | 0,56 |
| Donnerstag | Suppe | Gulaschsuppe (K) | 0,31 | 0,45 |
| Donnerstag | Mittagessen | Kartoffelpuffer/Reibekuchen (TK) | 0,34 | 0,44 |
| Donnerstag | Gemüsebeilage | Rotkohl, geduenstet | 1,15 | 1,51 |
| Donnerstag | Nachspeise | Milchsuppe, suess | 0,36 | 0,48 |
| Donnerstag | 2.Zwischenmahlzeit | Vanillepudding (TP) | 0,54 | 0,71 |
| Donnerstag | Abendessen | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Donnerstag | Belag | Griebenschmalz | 0,51 | 0,73 |
| Donnerstag | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Donnerstag | | Ei, weiches | 0,56 | 0,73 |
| Freitag | Frühstück | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Freitag | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 1,31 | 1,72 |
| Freitag | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Freitag | 1.Zwischenmahlzeit | Vollmilch (3,5% Fett), H-Milch | 1,35 | 1,93 |

**Tabelle A6:** Speiseplan für Vater und Mutter mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 3)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Freitag | Suppe | Haferflockensuppe | 0,93 | 1,33 |
| Freitag | Mittagessen | Tuerkisches Bohnengericht | 0,60 | 0,70 |
| Freitag | Gemüsebeilage | Spinat (Rahmspinat) (TK) | 1,50 | 1,96 |
| Freitag | Nachspeise | Schokoladenflammeri | 0,45 | 0,59 |
| Freitag | 2.Zwischenmahlzeit | Fettarme Milch (1,5%), H-Milch | 1,80 | 2,57 |
| Freitag | Abendessen | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Freitag | Belag | Nussnougatcreme | 0,87 | 1,14 |
| Freitag | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Samstag | Frühstück | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Samstag | Belag | Marmelade (Orangen-) | 1,33 | 1,74 |
| Samstag | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Samstag | 1.Zwischenmahlzeit | Vollmilch (3,5% Fett) | 1,35 | 1,93 |
| Samstag | Suppe | Hascheesuppe | 0,57 | 0,74 |
| Samstag | Mittagessen | Griessschnitten | 0,60 | 0,85 |
| Samstag | Mittagessen | Tomatensosse (Tomatenmark) | 0,60 | 0,85 |
| Samstag | Gemüsebeilage | Wuerziger Mais | 0,81 | 1,06 |
| Samstag | Nachspeise | Schokoladenpudding (fettarm) (FP) | 0,26 | 0,33 |
| Samstag | 2.Zwischenmahlzeit | Kakao | 0,71 | 1,01 |
| Samstag | Abendessen | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Samstag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 0,84 | 1,10 |

**Tabelle A6:** Speiseplan für Vater und Mutter mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 4)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Samstag | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Sonntag | Frühstück | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Sonntag | Belag | Nussnougatcreme | 0,87 | 1,14 |
| Sonntag | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |
| Sonntag | 1.Zwischenmahlzeit | Haferflockensuppe, suess | 0,34 | 0,49 |
| Sonntag | Suppe | Fleischbruehe (Bruehextrakt) | 0,99 | 1,16 |
| Sonntag | Suppe | Leberkloesschen | 0,99 | 1,16 |
| Sonntag | Mittagessen | Pfannkuchen | 0,75 | 0,96 |
| Sonntag | Mittagessen | Schokoladensosse | 0,75 | 0,96 |
| Sonntag | Salatbeilage | Weisskohlsalat | 2,17 | 2,55 |
| Sonntag | Nachspeise | Schokoladenpudding (Instant) | 0,55 | 0,73 |
| Sonntag | 2.Zwischenmahlzeit | Kakao (Instant) | 0,72 | 1,03 |
| Sonntag | Abendessen | Mischbrot | 1,99 | 2,66 |
| Sonntag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 0,84 | 1,10 |
| Sonntag | Streichfett | Margarine | 0,63 | 0,83 |

**Tabelle A6:** Speiseplan für Vater und Mutter mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 5)

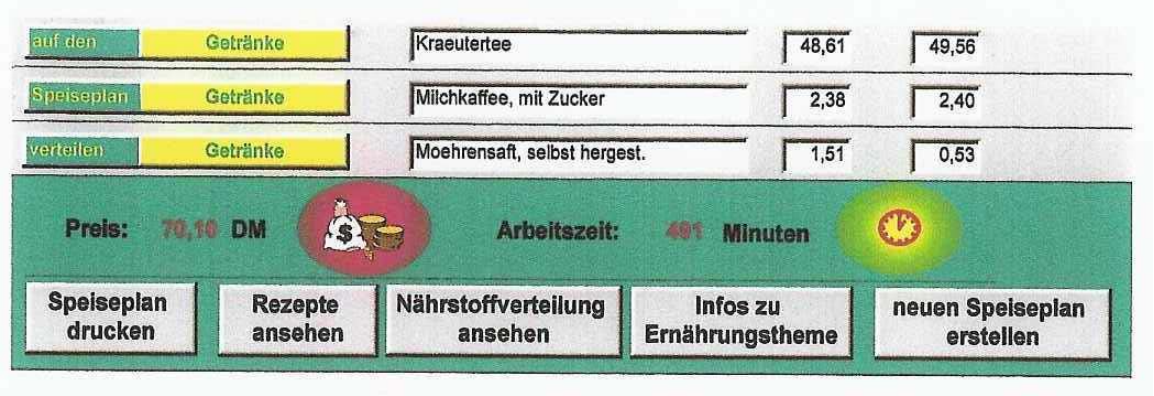



**Tabelle A6:** Speiseplan für Vater und Mutter mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 6)

| INFOS | Speiseplan | | Menge | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Nina | Lukas |
| Montag | Frühstück | Griessbrei | 1,85 | 1,79 |
| Montag | 1.Zwischenmahlzeit | Vanillepudding (Instant) | 0,64 | 0,69 |
| Montag | Suppe | Griesssuppe, geroestet | 1,20 | 1,16 |
| Montag | Mittagessen | Hering, gegrillt | 0,66 | 0,64 |
| Montag | Beilage | Pommes frites | 0,79 | 0,76 |
| Montag | Gemüsebeilage | Bananengemuese | 0,71 | 0,68 |
| Montag | Nachspeise | Apfelringe (Beignets) | 0,20 | 0,20 |
| Montag | 2.Zwischenmahlzeit | Milchmischgetraenk, Orangenmilch | 0,82 | 0,79 |
| Montag | Abendessen | Mischbrot | 2,38 | 2,32 |
| Montag | Belag | Bockwurst | 0,71 | 0,69 |
| Montag | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Montag | | Ei, hartes | 0,64 | 0,62 |
| Dienstag | Frühstück | Mischbrot | 2,38 | 2,32 |
| Dienstag | Belag | Gelee (Johannisbeer-) | 1,71 | 1,66 |
| Dienstag | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Dienstag | 1.Zwischenmahlzeit | Vanillepudding (TP) | 0,69 | 0,67 |
| Dienstag | Suppe | Gruene-Erbsen-Suppe mit Tomaten | 0,82 | 0,80 |

**Tabelle A7:** Speiseplan für die Kinder mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 1)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dienstag | Mittagessen | Kaesespaetzle | 0,74 | 0,72 |
| Dienstag | Gemüsebeilage | Erbsenpueree | 0,55 | 0,53 |
| Dienstag | Nachspeise | Crepes aus Vollkorn | 0,25 | 0,22 |
| Dienstag | Nachspeise | Schokoladensosse (TP) | 0,25 | 0,22 |
| Dienstag | 2.Zwischenmahlzeit | Milchsuppe, suess | 0,42 | 0,41 |
| Dienstag | Abendessen | Mischbrot | 2,38 | 2,32 |
| Dienstag | Belag | Griebenschmalz | 0,65 | 0,63 |
| Dienstag | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Dienstag | | Ei, weiches | 0,64 | 0,62 |
| Mittwoch | Frühstück | Mischbrot | 2,38 | 2,32 |
| Mittwoch | Belag | Gelee (Johannisbeer-) | 1,71 | 1,66 |
| Mittwoch | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Mittwoch | 1.Zwischenmahlzeit | Kakao | 0,90 | 0,88 |
| Mittwoch | Suppe | Gruenkernkloesschensuppe | 0,54 | 0,47 |
| Mittwoch | Mittagessen | Soja-Hirse-Omelette | 1,06 | 0,93 |
| Mittwoch | Gemüsebeilage | Gruene-Erbsen-Pudding | 0,44 | 0,42 |
| Mittwoch | Nachspeise | Griessflammeri | 0,41 | 0,44 |
| Mittwoch | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenflammeri | 0,57 | 0,56 |
| Mittwoch | Abendessen | Mischbrot | 2,38 | 2,32 |
| Mittwoch | Belag | Griebenschmalz | 0,65 | 0,63 |

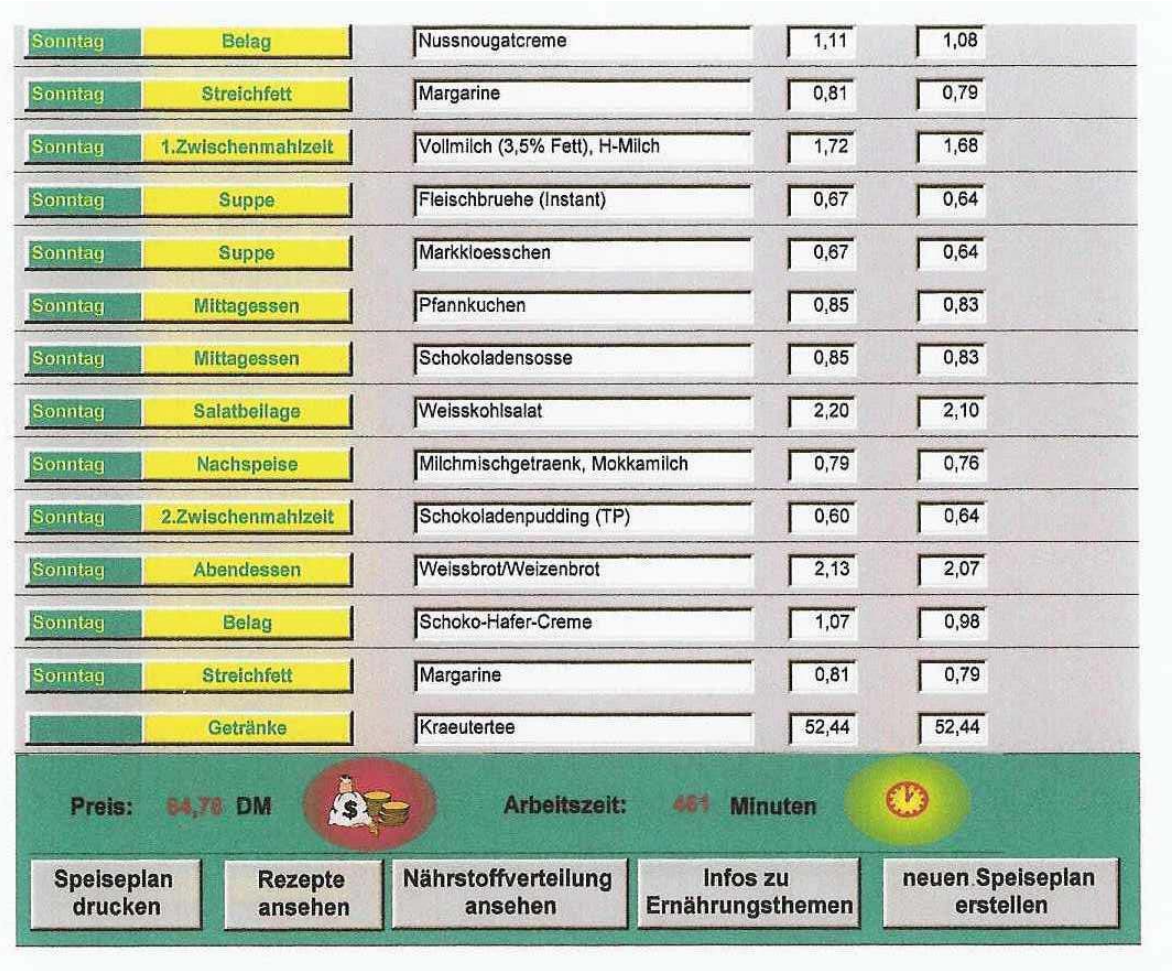
**Tabelle A7:** Speiseplan für die Kinder mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 2)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mittwoch | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Donnerstag | Frühstück | Mischbrot | 2,38 | 2,32 |
| Donnerstag | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 1,67 | 1,63 |
| Donnerstag | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Donnerstag | 1.Zwischenmahlzeit | Kakao (Instant) | 0,92 | 0,89 |
| Donnerstag | Suppe | Haferflockensuppe | 1,08 | 1,05 |
| Donnerstag | Mittagessen | Speckpfannkuchen | 0,93 | 0,90 |
| Donnerstag | Gemüsebeilage | Rosenkohl, geduenstet | 1,82 | 1,73 |
| Donnerstag | Nachspeise | Griesssuppe, suess | 0,50 | 0,48 |
| Donnerstag | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (fettarm) (FP) | 0,29 | 0,28 |
| Donnerstag | Abendessen | Mischbrot | 2,38 | 2,32 |
| Donnerstag | Belag | Nussnougatcreme | 1,11 | 1,08 |
| Donnerstag | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Freitag | Frühstück | Mischbrot | 2,38 | 2,32 |
| Freitag | Belag | Konfituere (Kirsch-) | 1,67 | 1,63 |
| Freitag | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Freitag | 1.Zwischenmahlzeit | Kakaotrunk (1,5%), H-Kakao | 0,82 | 0,82 |
| Freitag | Suppe | Hascheesuppe | 0,66 | 0,64 |
| Freitag | Mittagessen | Griesskloesse | 0,78 | 0,76 |
| Freitag | Mittagessen | Kapernsosse | 0,78 | 0,76 |

**Tabelle A7:** Speiseplan für die Kinder mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 3)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Freitag | Gemüsebeilage | Rotkohl, geduenstet | 1,33 | 1,29 |
| Freitag | Nachspeise | Haferflockensuppe, suess | 0,44 | 0,43 |
| Freitag | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (Instant) | 0,64 | 0,69 |
| Freitag | Abendessen | Mischbrot | 2,38 | 2,32 |
| Freitag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 1,07 | 0,98 |
| Freitag | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Samstag | Frühstück | Mischbrot | 2,38 | 2,32 |
| Samstag | Belag | Marmelade (Orangen-) | 1,55 | 1,50 |
| Samstag | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Samstag | 1.Zwischenmahlzeit | Vollmilch (3,5% Fett) | 1,72 | 1,68 |
| Samstag | Suppe | Lauchcremesuppe | 1,55 | 1,50 |
| Samstag | Mittagessen | Griessschnitten | 0,76 | 0,74 |
| Samstag | Mittagessen | Tomatensosse (Tomatenmark) | 0,76 | 0,74 |
| Samstag | Gemüsebeilage | Wuerziger Mais | 0,94 | 0,91 |
| Samstag | Nachspeise | Karamelcreme | 0,58 | 0,56 |
| Samstag | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (Steinel) | 0,46 | 0,45 |
| Samstag | Abendessen | Mischbrot | 2,38 | 2,32 |
| Samstag | Belag | Marmelade (Orangen-) | 1,55 | 1,50 |
| Samstag | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Sonntag | Frühstück | Weissbrot/Weizenbrot | 2,13 | 2,07 |

**Tabelle A7:** Speiseplan für die Kinder mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 4)



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sonntag | Belag | Nussnougatcreme | 1,11 | 1,08 |
| Sonntag | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| Sonntag | 1.Zwischenmahlzeit | Vollmilch (3,5% Fett), H-Milch | 1,72 | 1,68 |
| Sonntag | Suppe | Fleischbruehe (Instant) | 0,67 | 0,64 |
| Sonntag | Suppe | Markkloesschen | 0,67 | 0,64 |
| Sonntag | Mittagessen | Pfannkuchen | 0,85 | 0,83 |
| Sonntag | Mittagessen | Schokoladensosse | 0,85 | 0,83 |
| Sonntag | Salatbeilage | Weisskohlsalat | 2,20 | 2,10 |
| Sonntag | Nachspeise | Milchmischgetraenk, Mokkamilch | 0,79 | 0,76 |
| Sonntag | 2.Zwischenmahlzeit | Schokoladenpudding (TP) | 0,60 | 0,64 |
| Sonntag | Abendessen | Weissbrot/Weizenbrot | 2,13 | 2,07 |
| Sonntag | Belag | Schoko-Hafer-Creme | 1,07 | 0,98 |
| Sonntag | Streichfett | Margarine | 0,81 | 0,79 |
| | Getränke | Kraeutertee | 52,44 | 52,44 |

Preis: DM Arbeitszeit: Minuten

Speiseplan drucken | Rezepte ansehen | Nährstoffverteilung ansehen | Infos zu Ernährungsthemen | neuen Speiseplan erstellen

**Tabelle A7:** Speiseplan für die Kinder mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ (Teil 5)

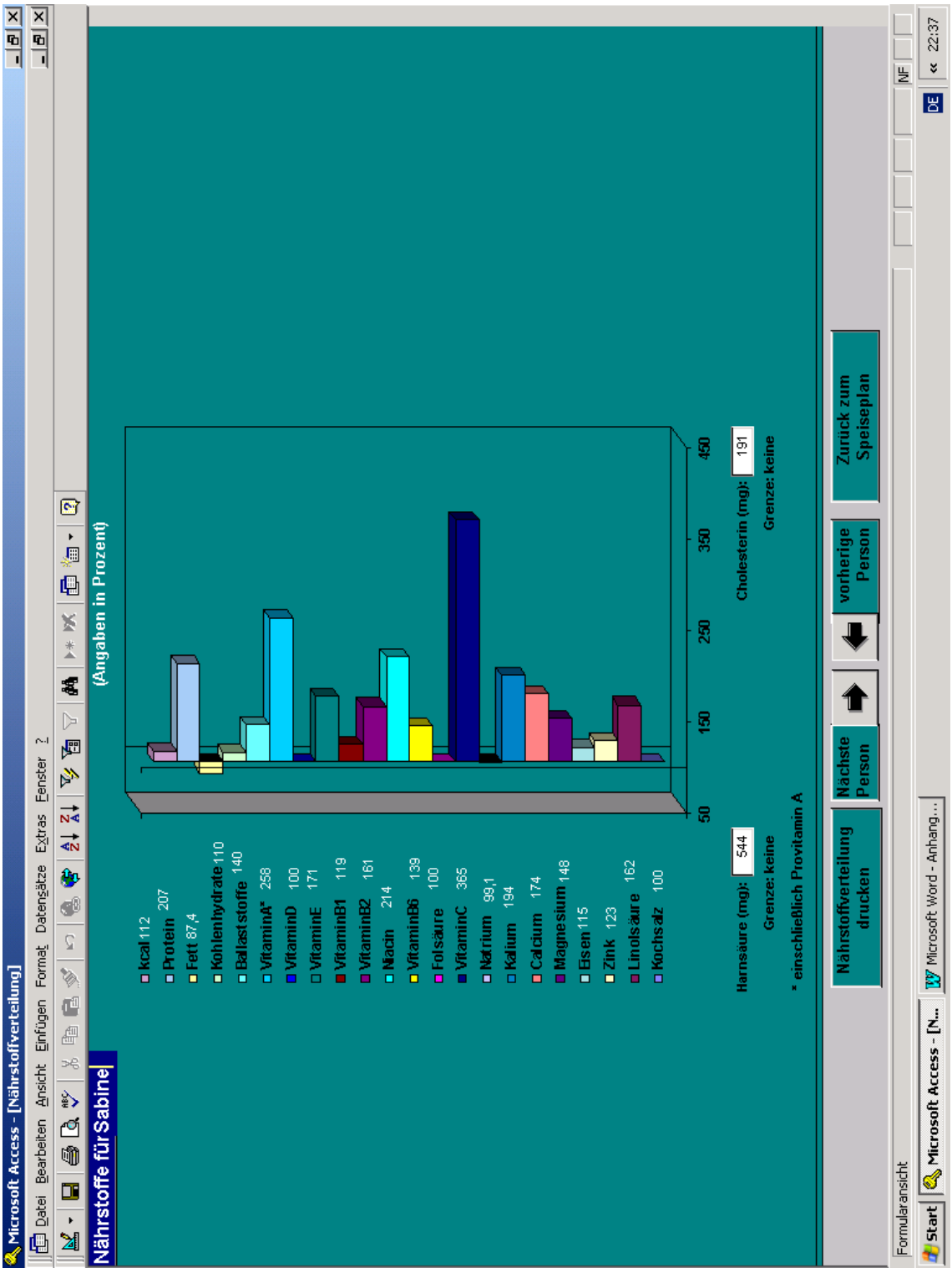



**Abbildung A1:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Vergleichsspeiseplans für Sabine

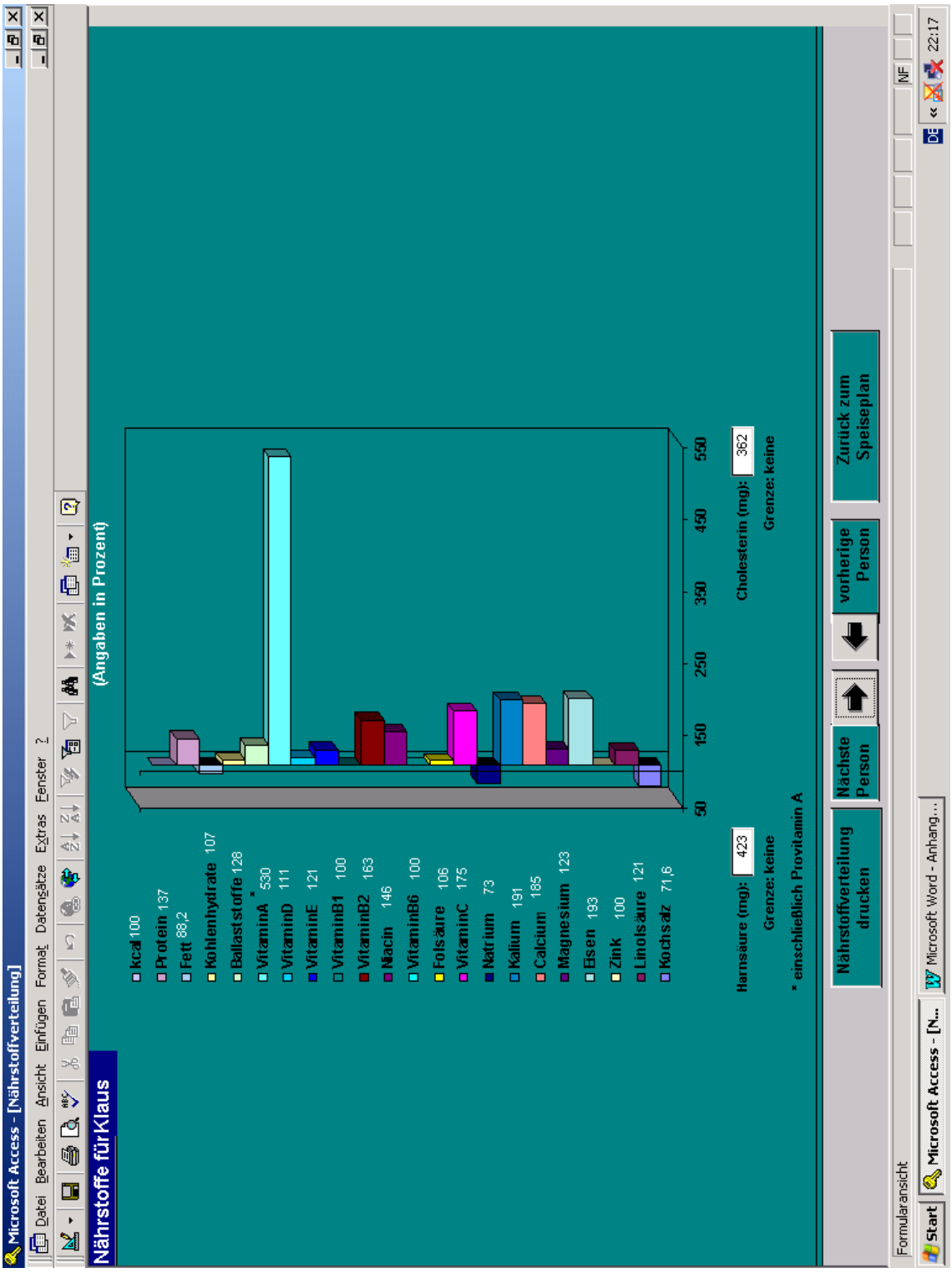



**Abbildung A2:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Vergleichsspeiseplans für Klaus

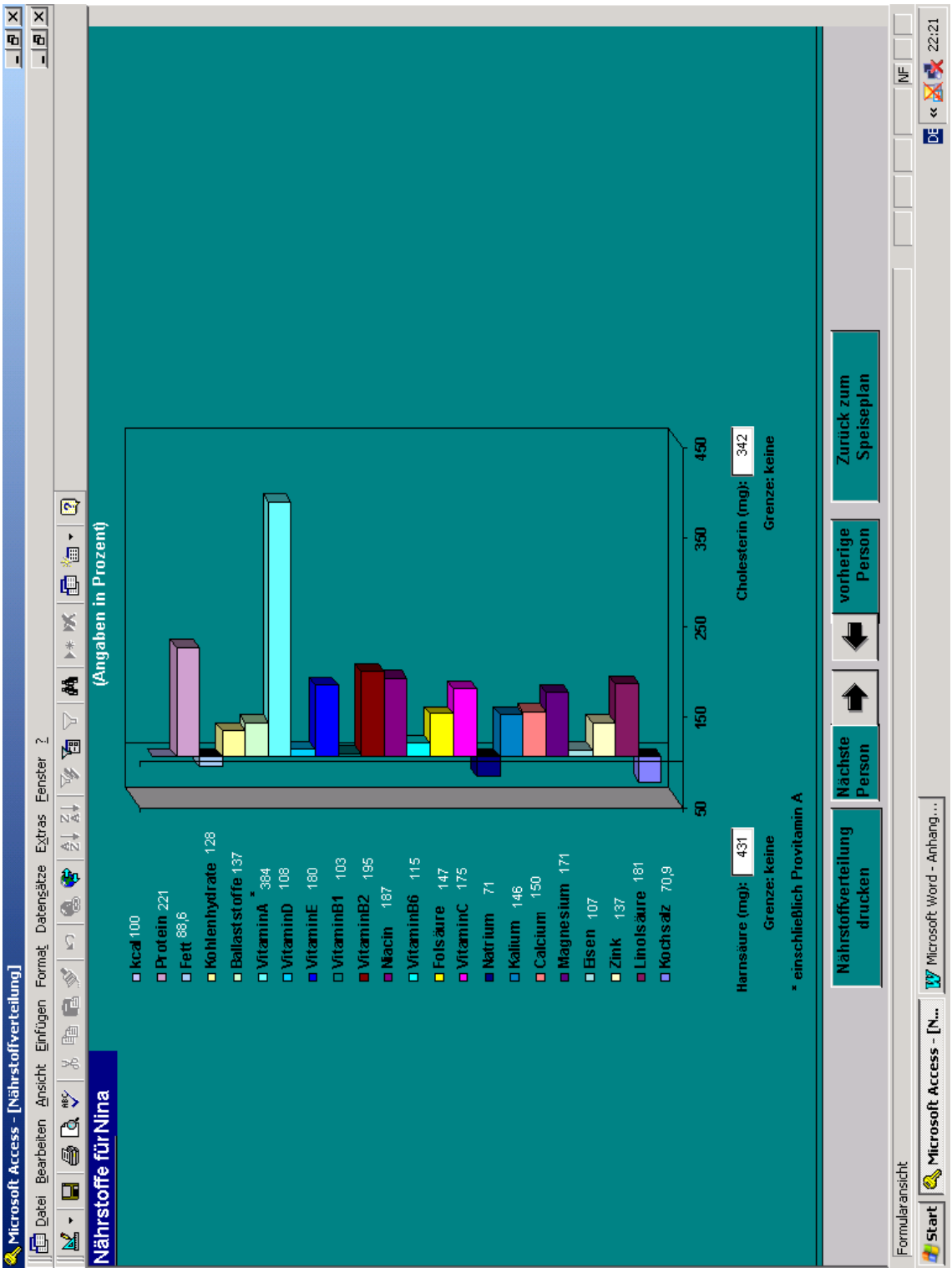



**Abbildung A3:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Vergleichsspeiseplans für Nina

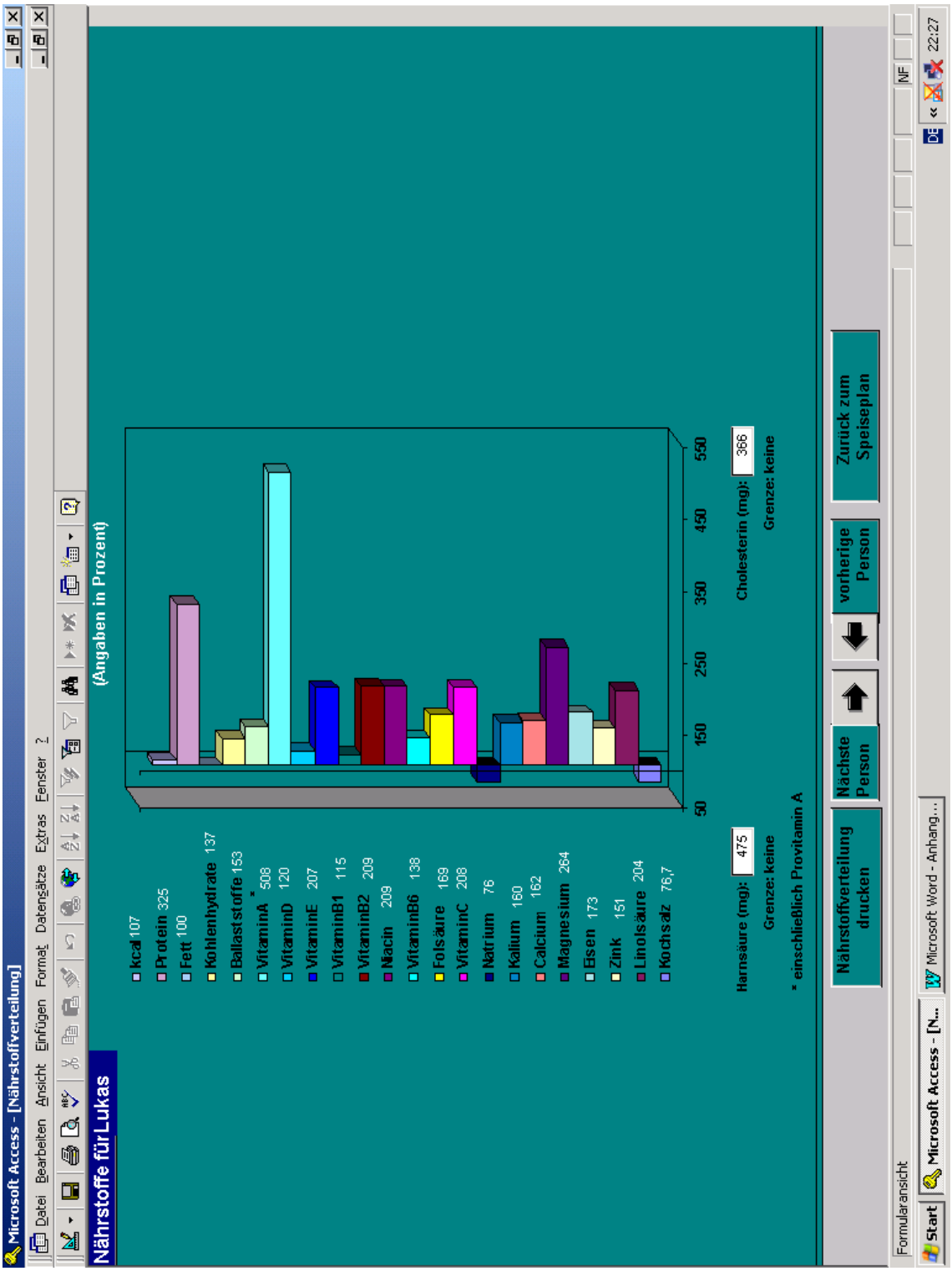



**Abbildung A4:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Vergleichsspeiseplans für Lukas

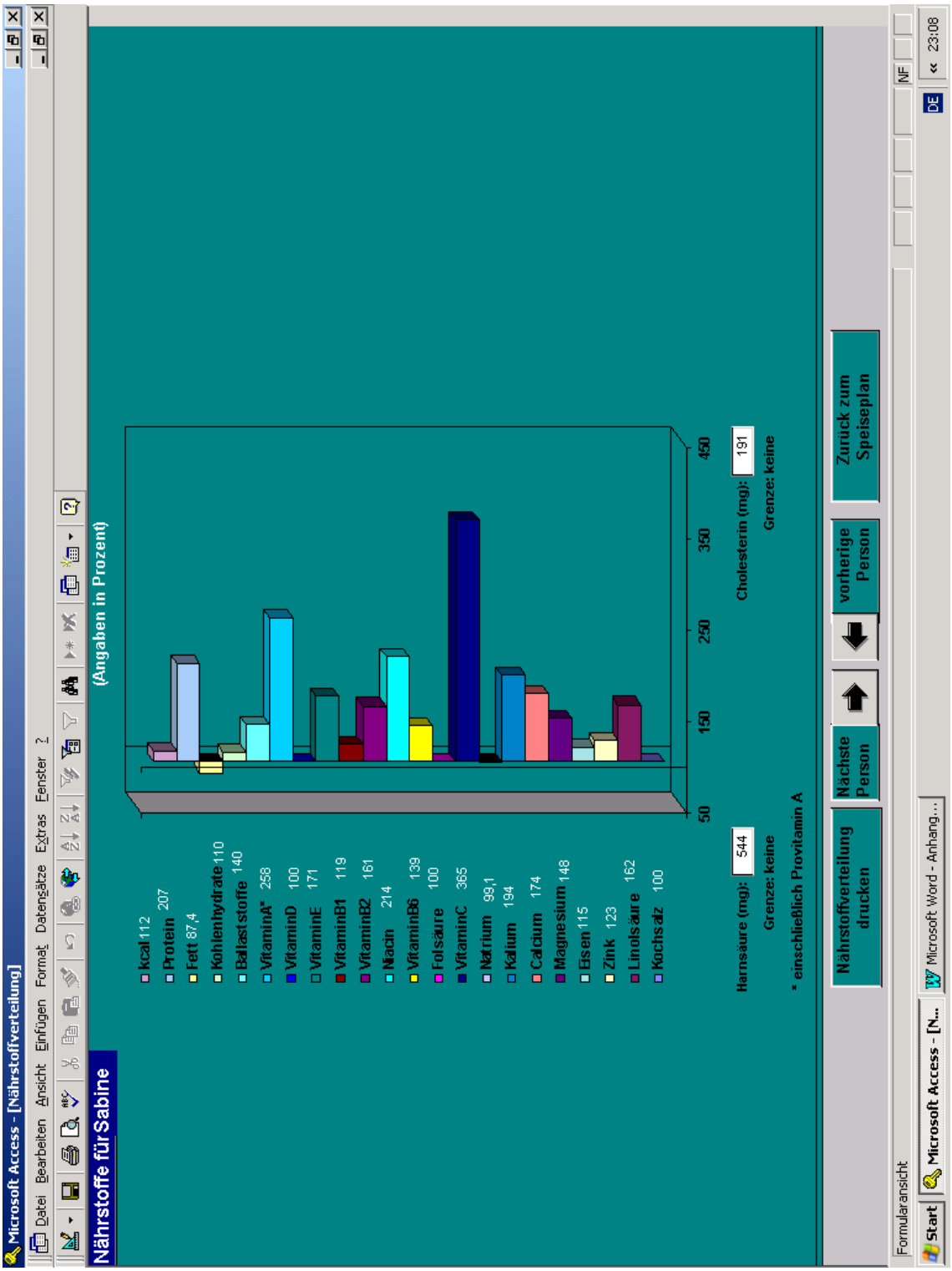



**Abbildung A5:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ für Sabine

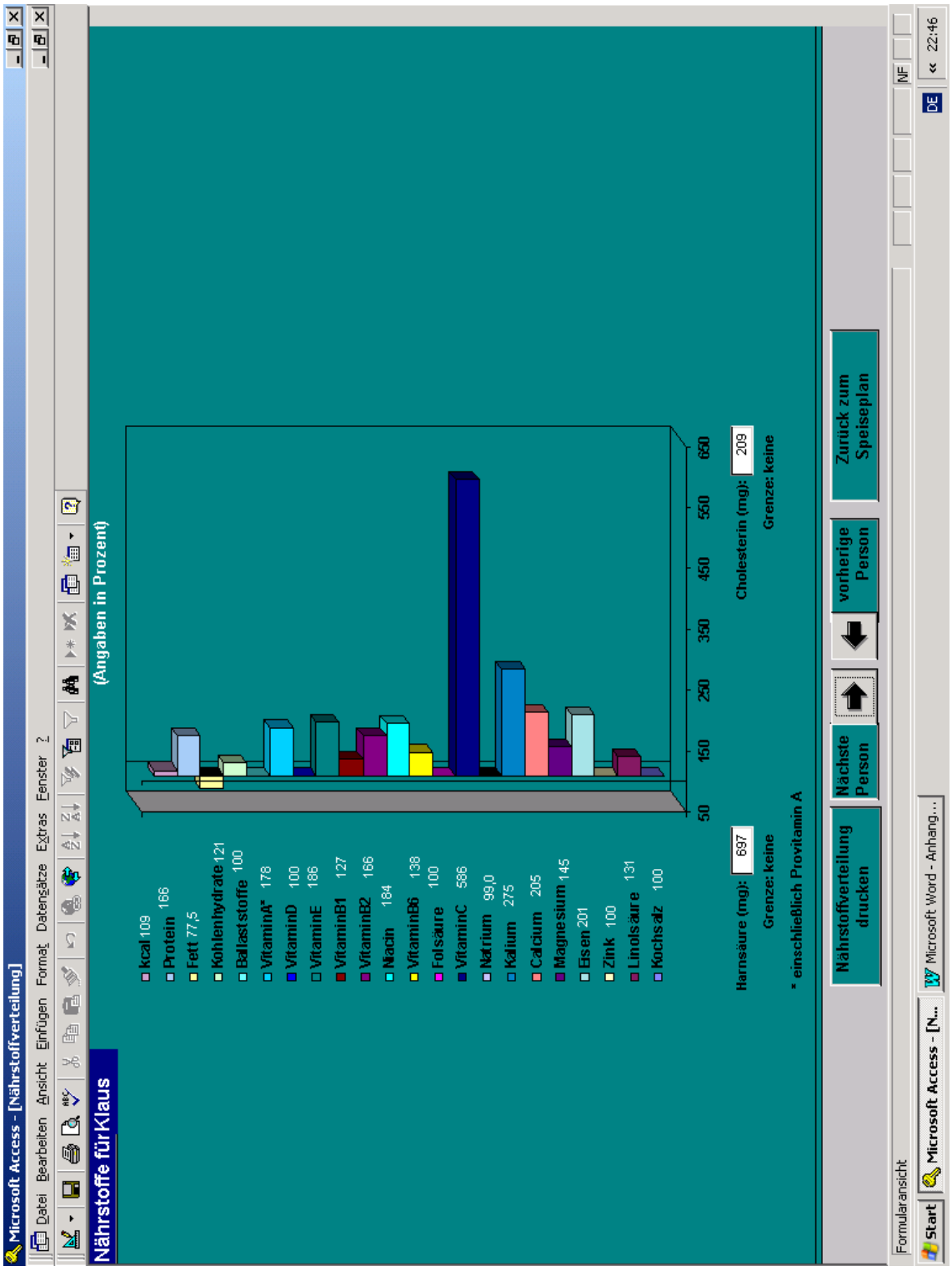



**Abbildung A6:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ für Klaus

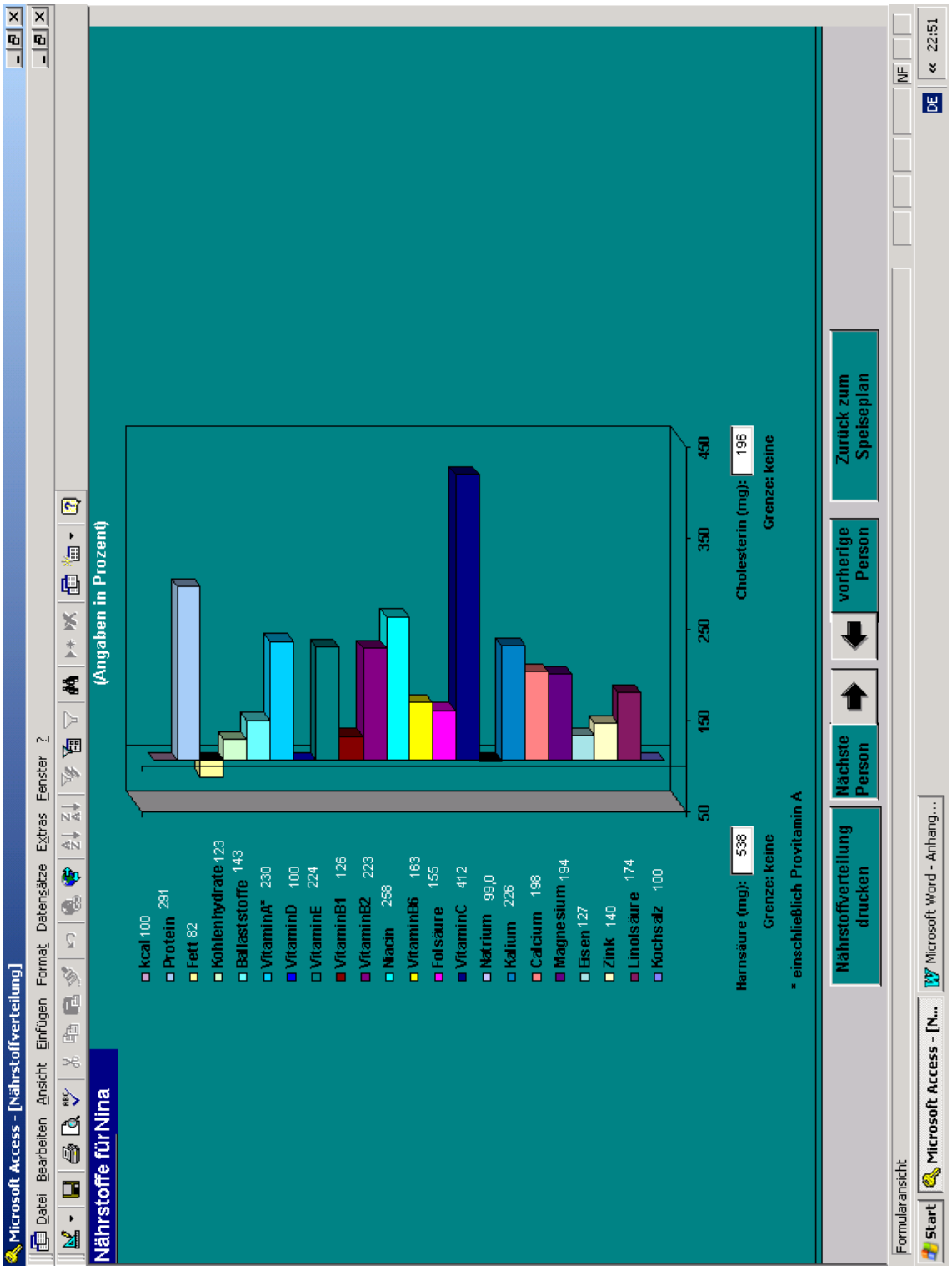



**Abbildung A7:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ für Nina

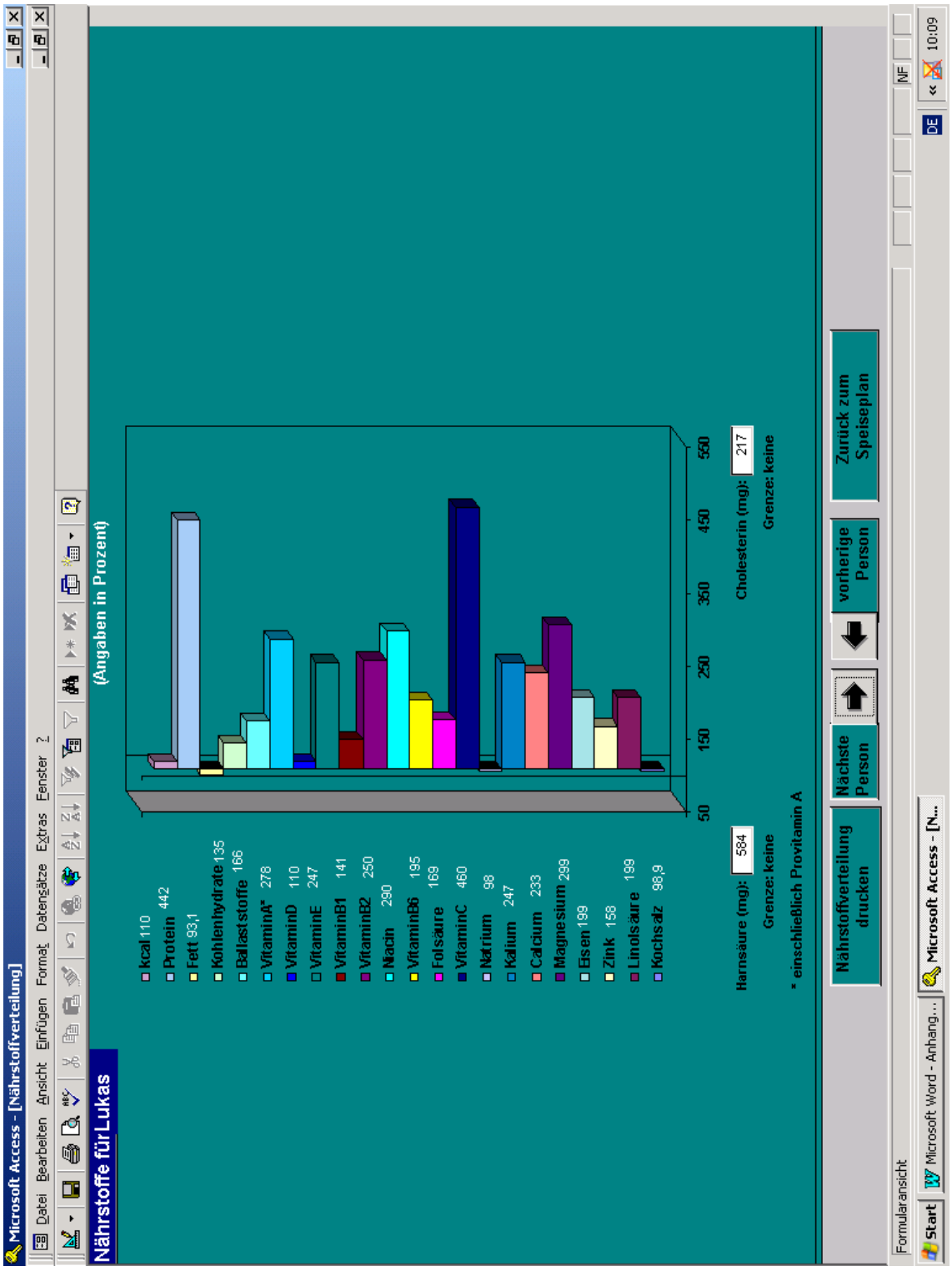



**Abbildung A8:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Arbeitskosten“ für Lukas

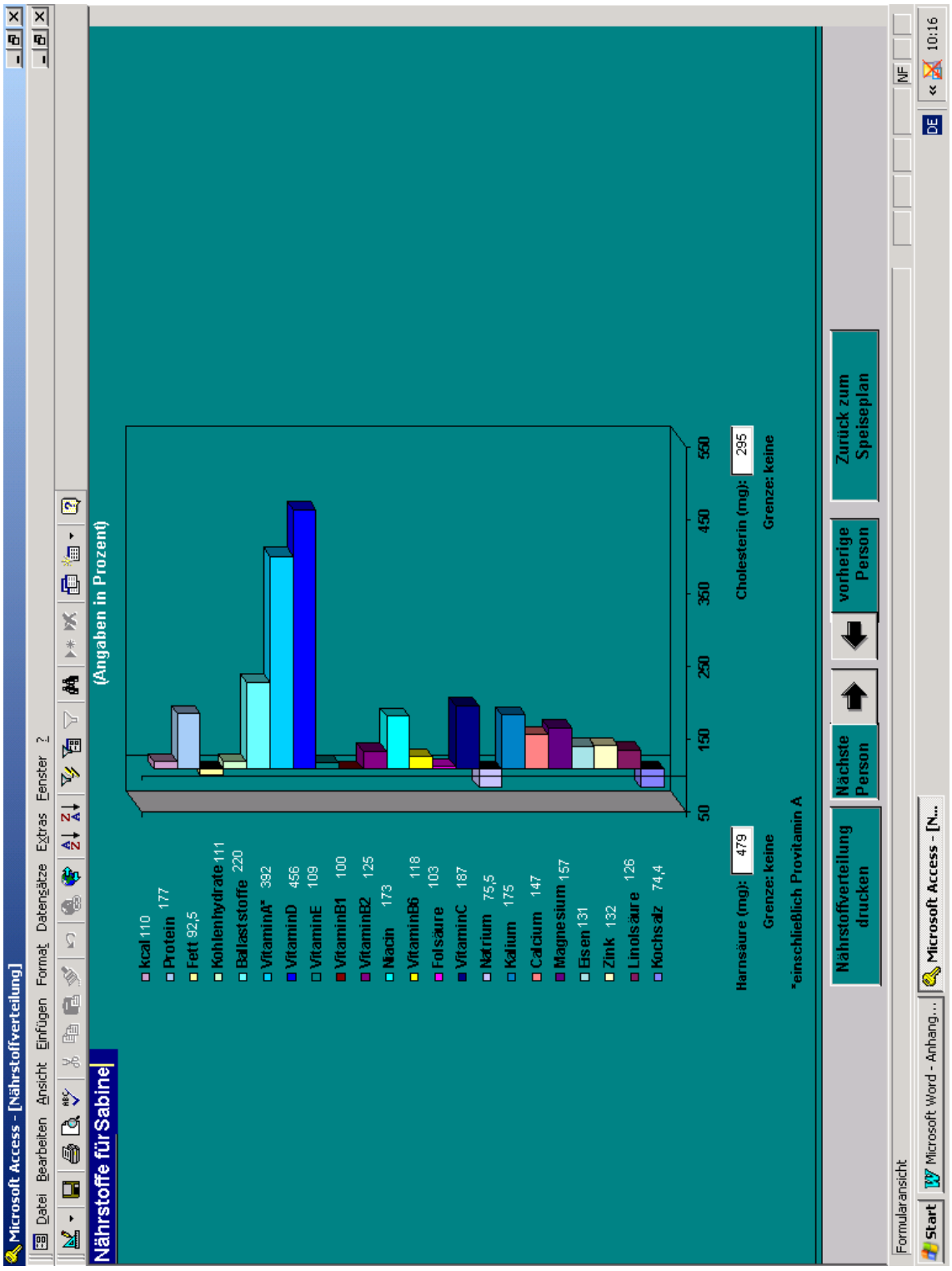



**Abbildung A9:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für einen Tag mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Sabine

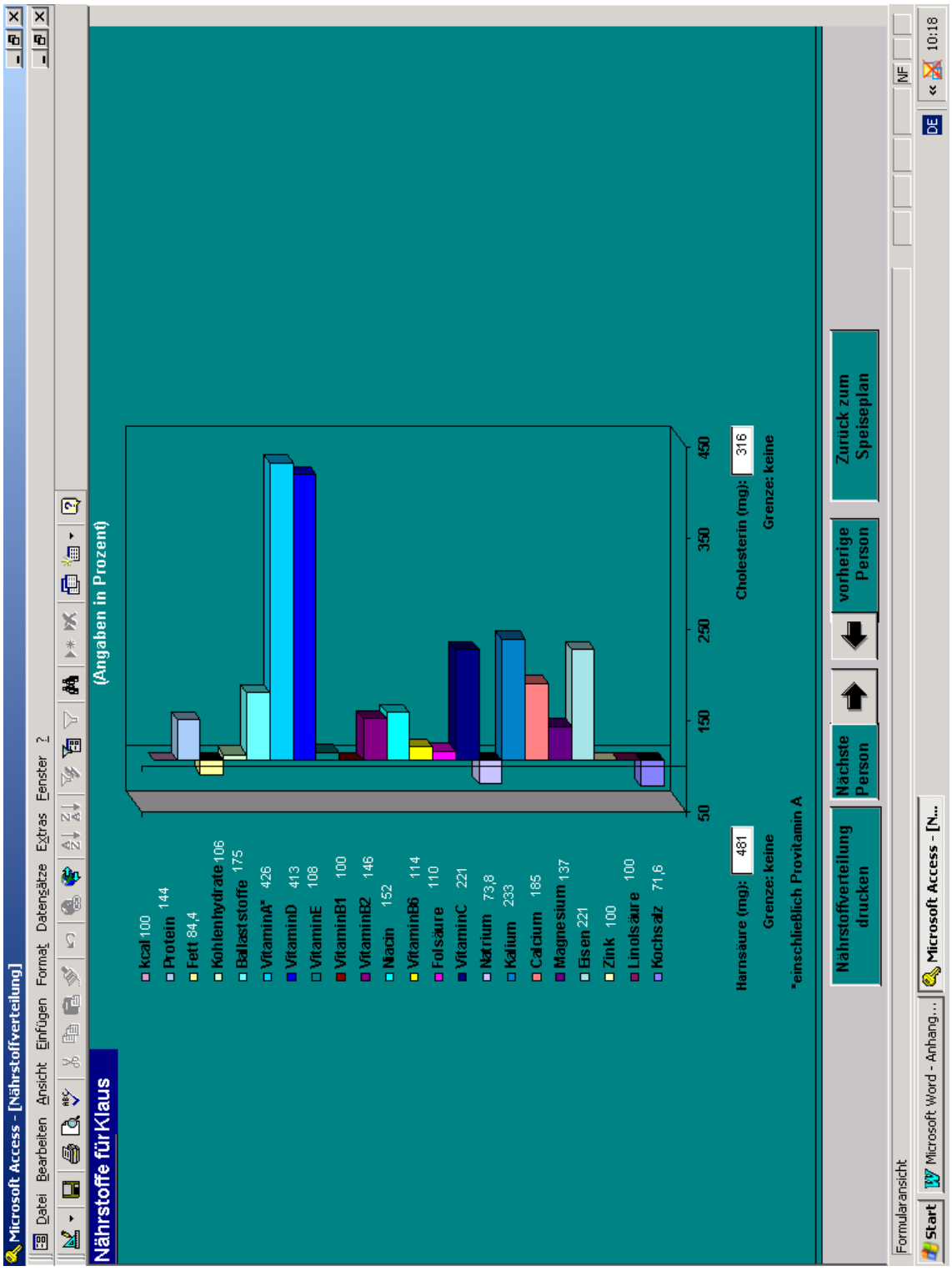



**Abbildung A10:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für einen Tag mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Klaus

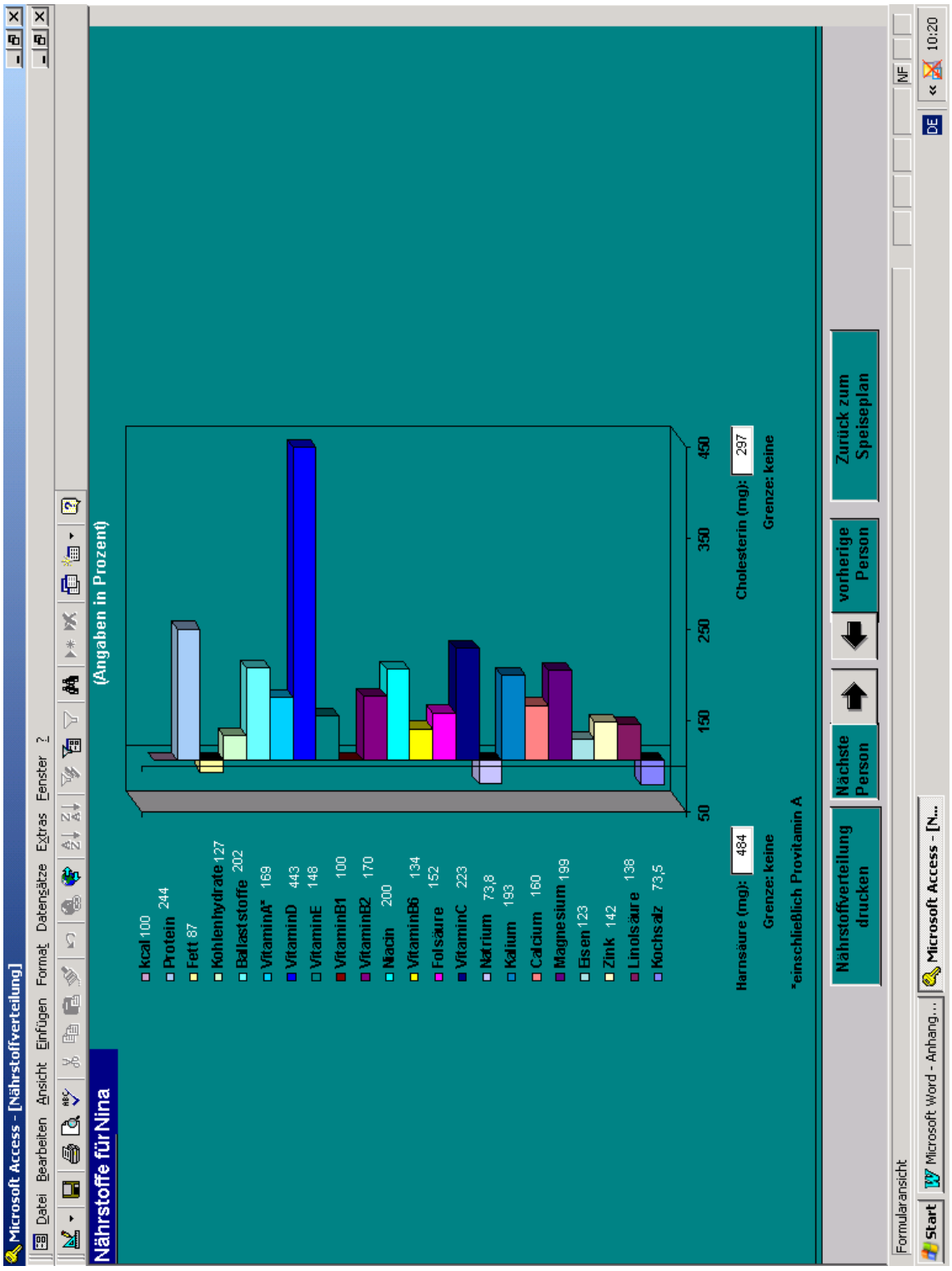



**Abbildung A11:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für einen Tag mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Nina

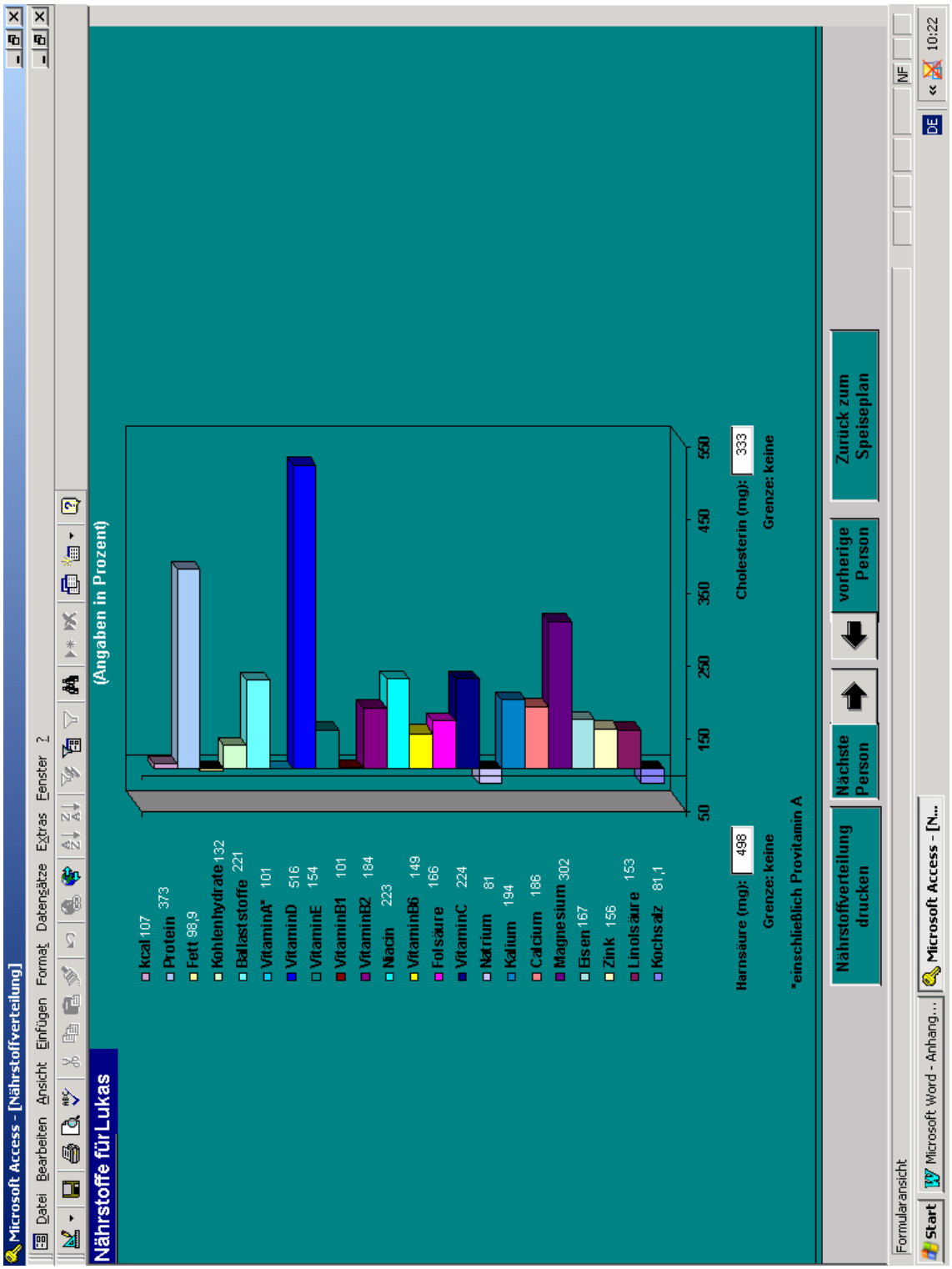



**Abbildung A12:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für einen Tag mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Lukas

**Abbildung A13:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des fleischlosen Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Sabine

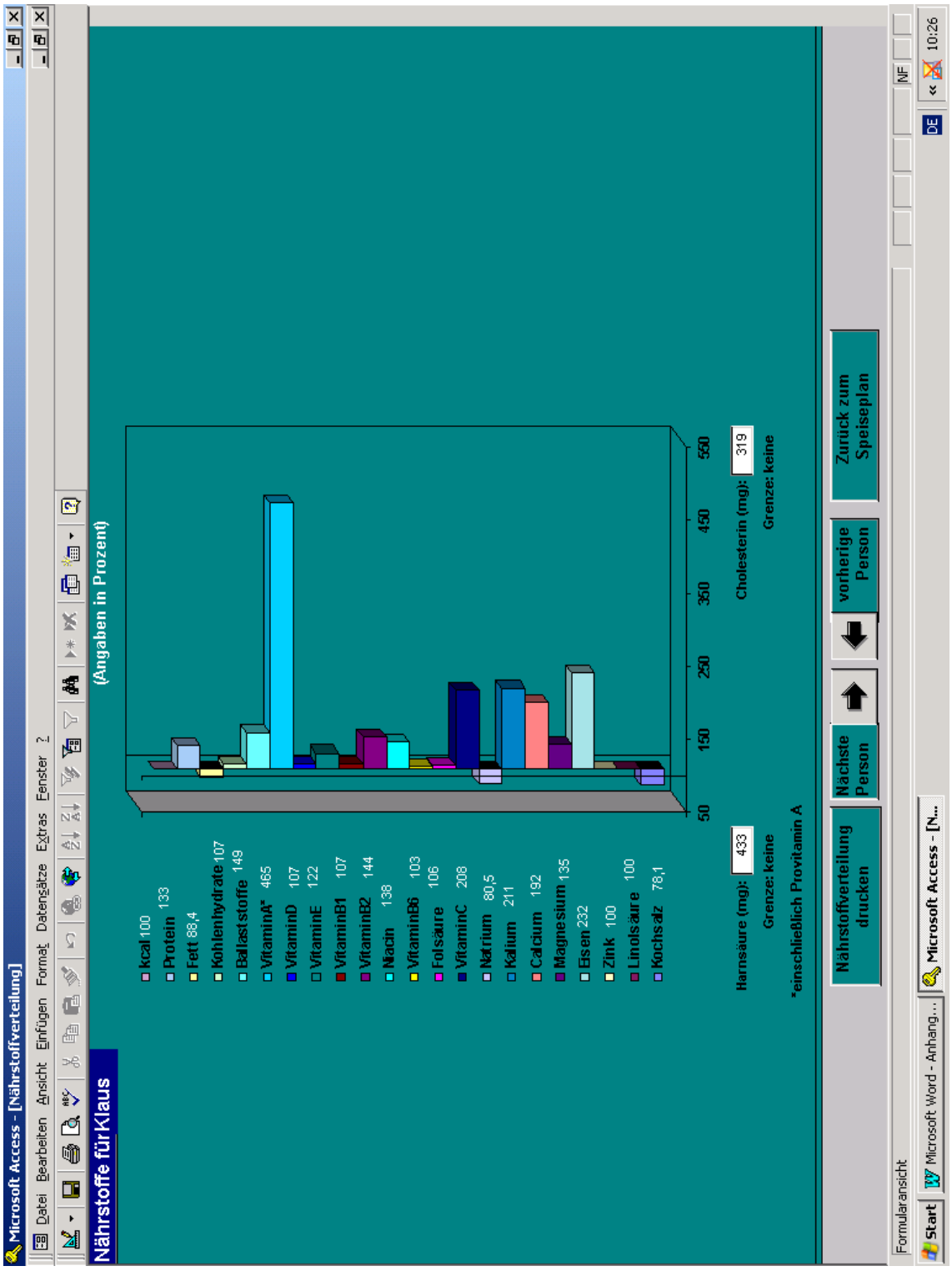



**Abbildung A14:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des fleischlosen Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Klaus

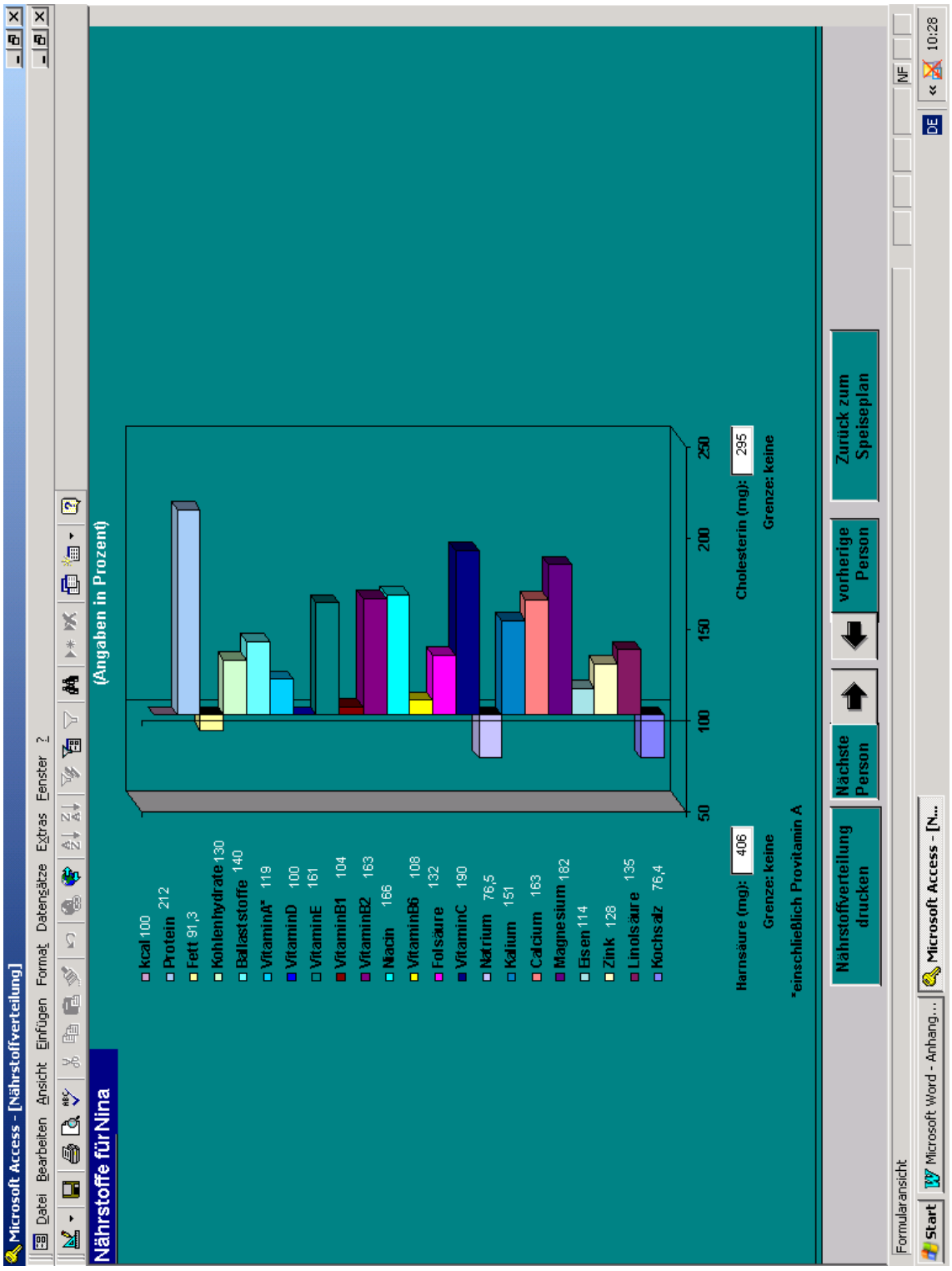



**Abbildung A15:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des fleischlosen Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Nina

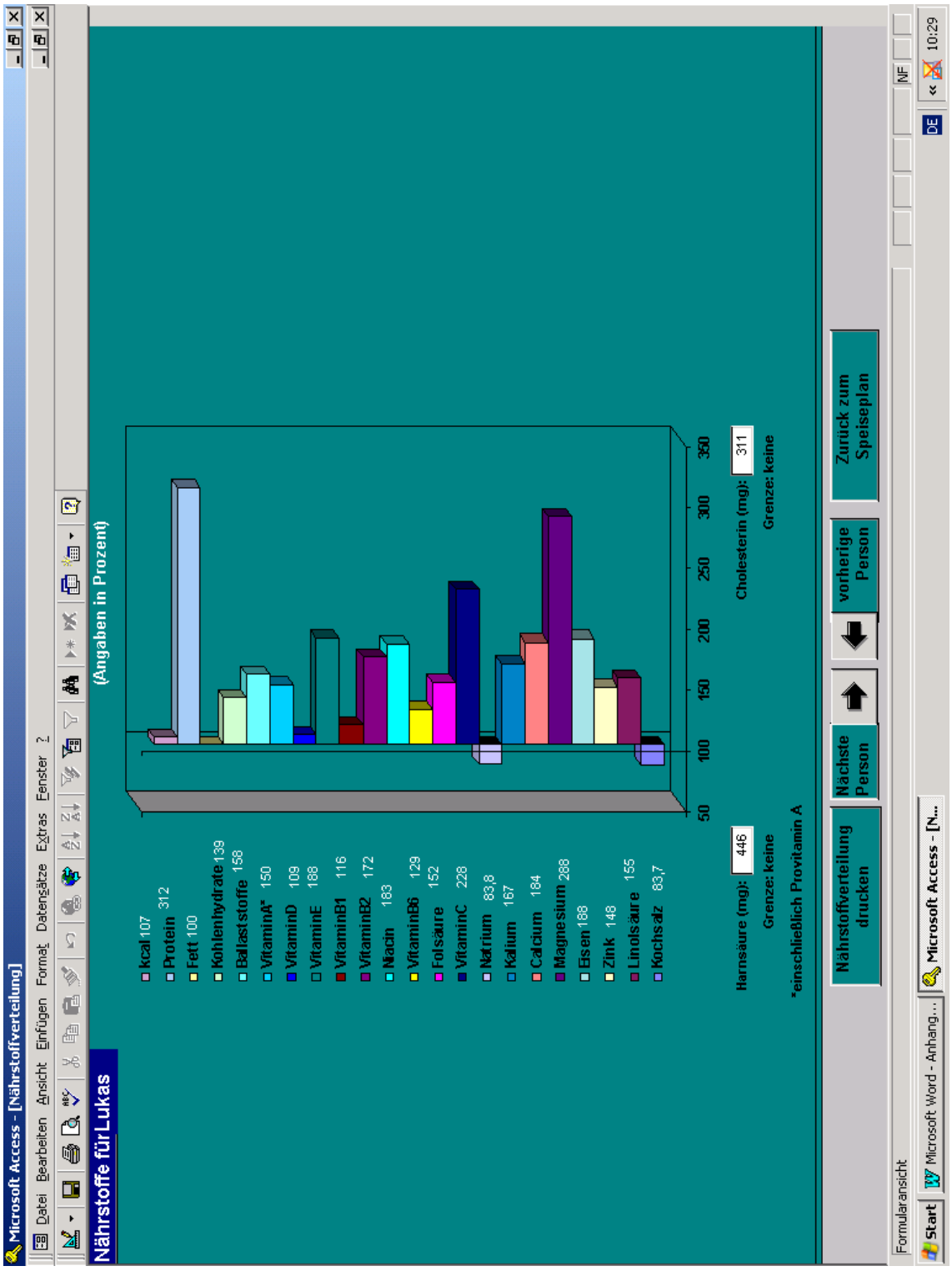



**Abbildung A16:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des fleischlosen Speiseplans mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Lukas

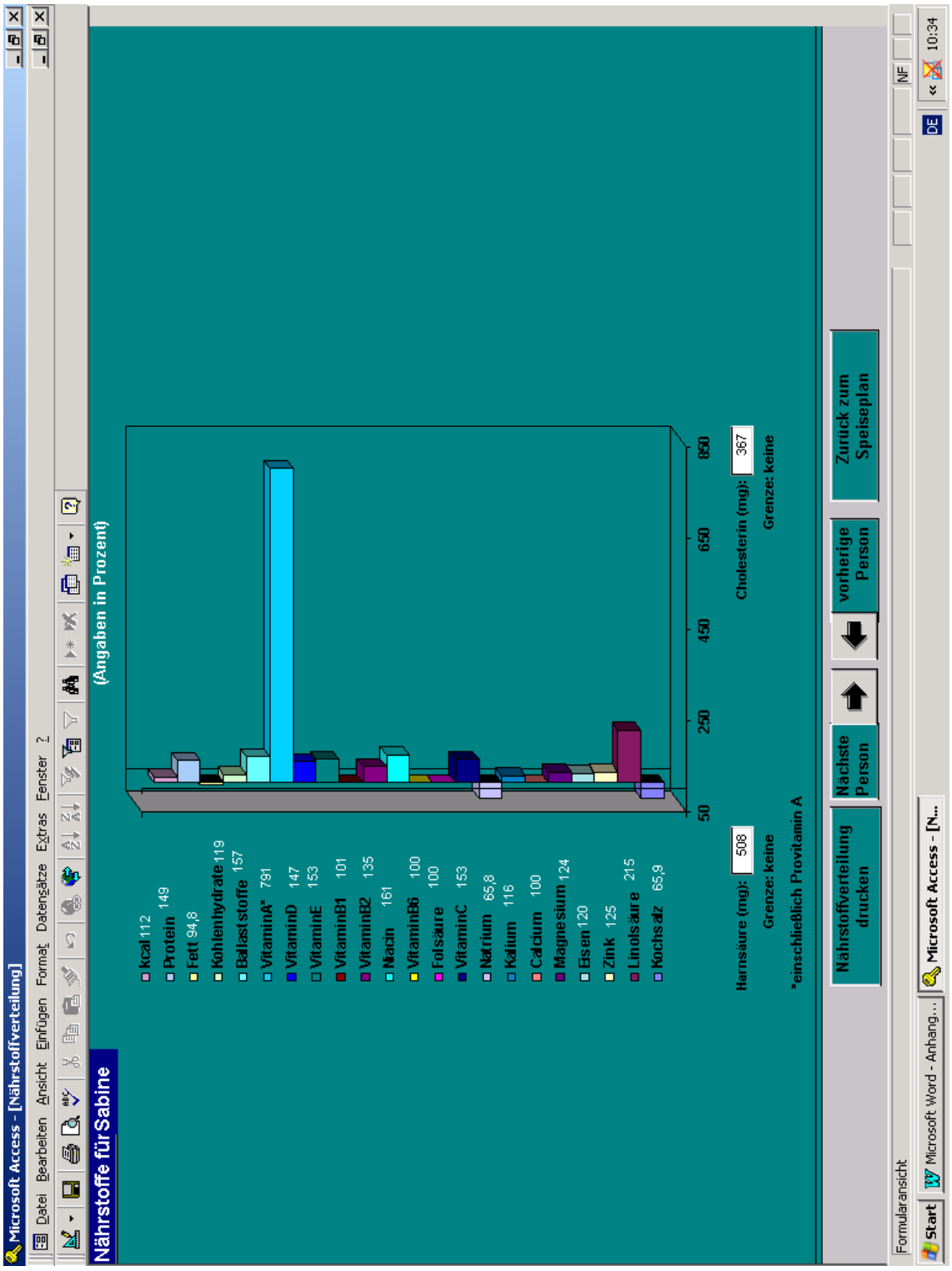



**Abbildung A17:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit 3 Mahlzeiten pro Tag und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Sabine

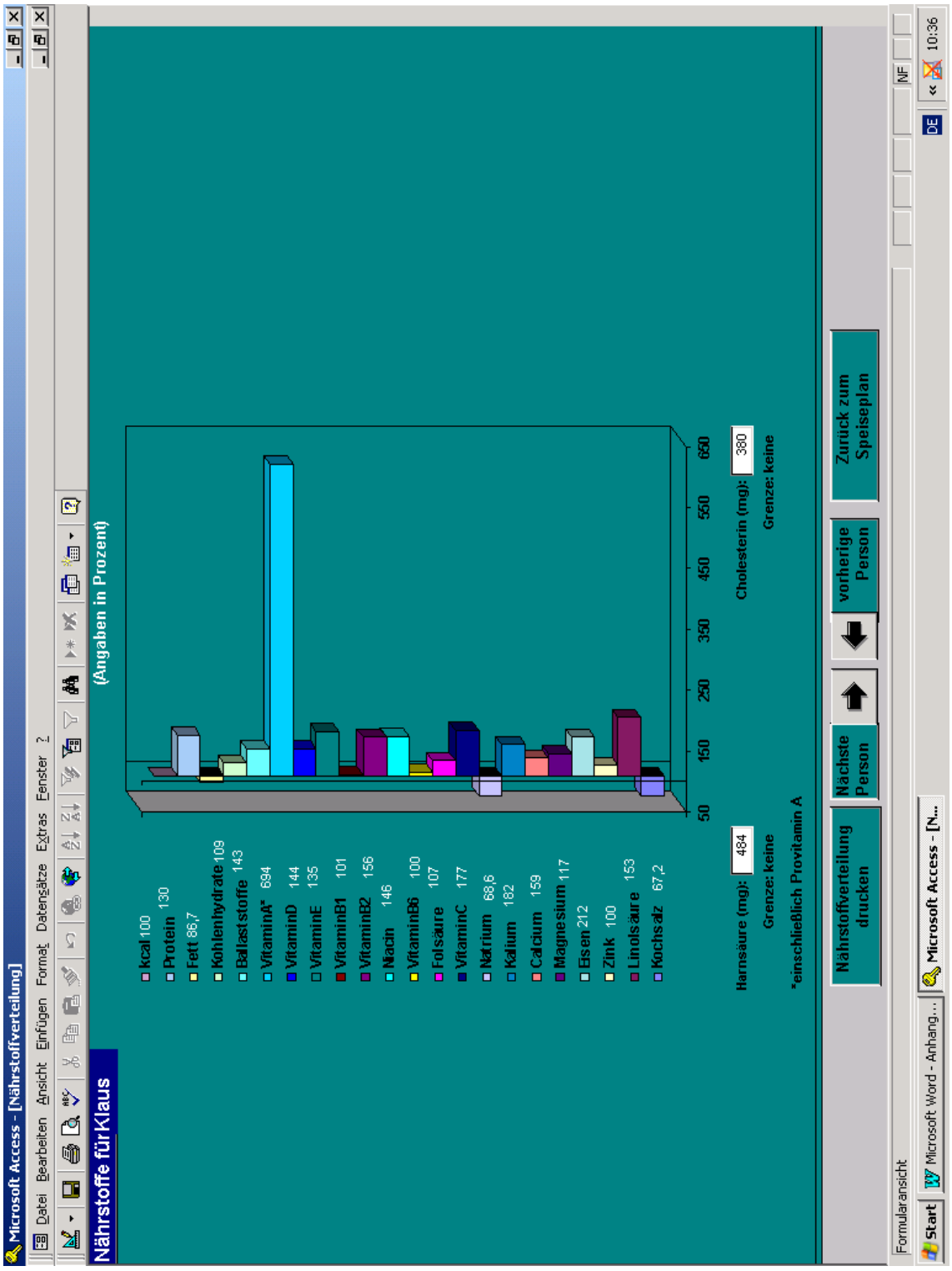



**Abbildung A18:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit 3 Mahlzeiten pro Tag und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Klaus

**Abbildung A19:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit 3 Mahlzeiten pro Tag und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Nina

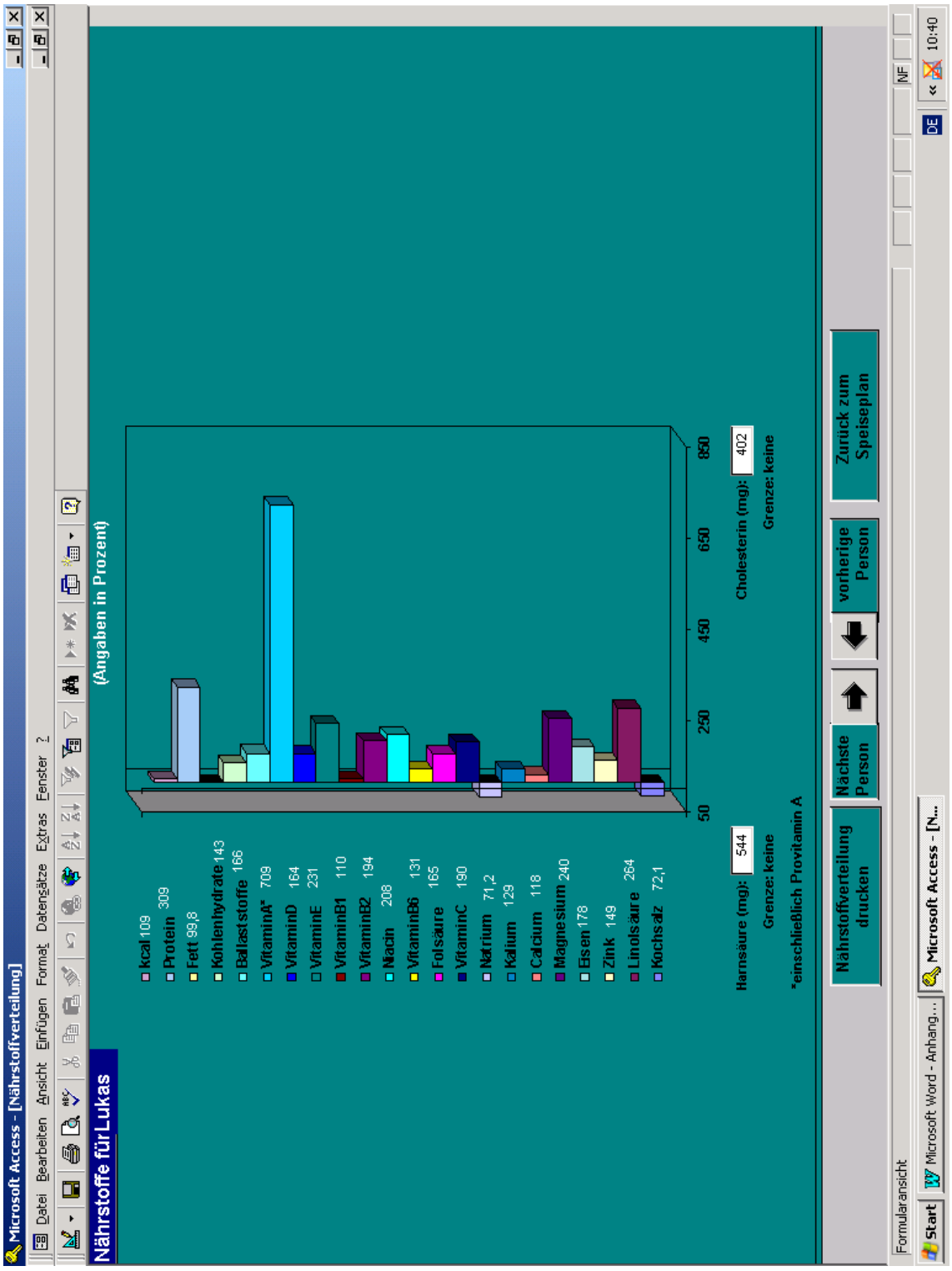



**Abbildung A20:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans mit 3 Mahlzeiten pro Tag und der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Lukas

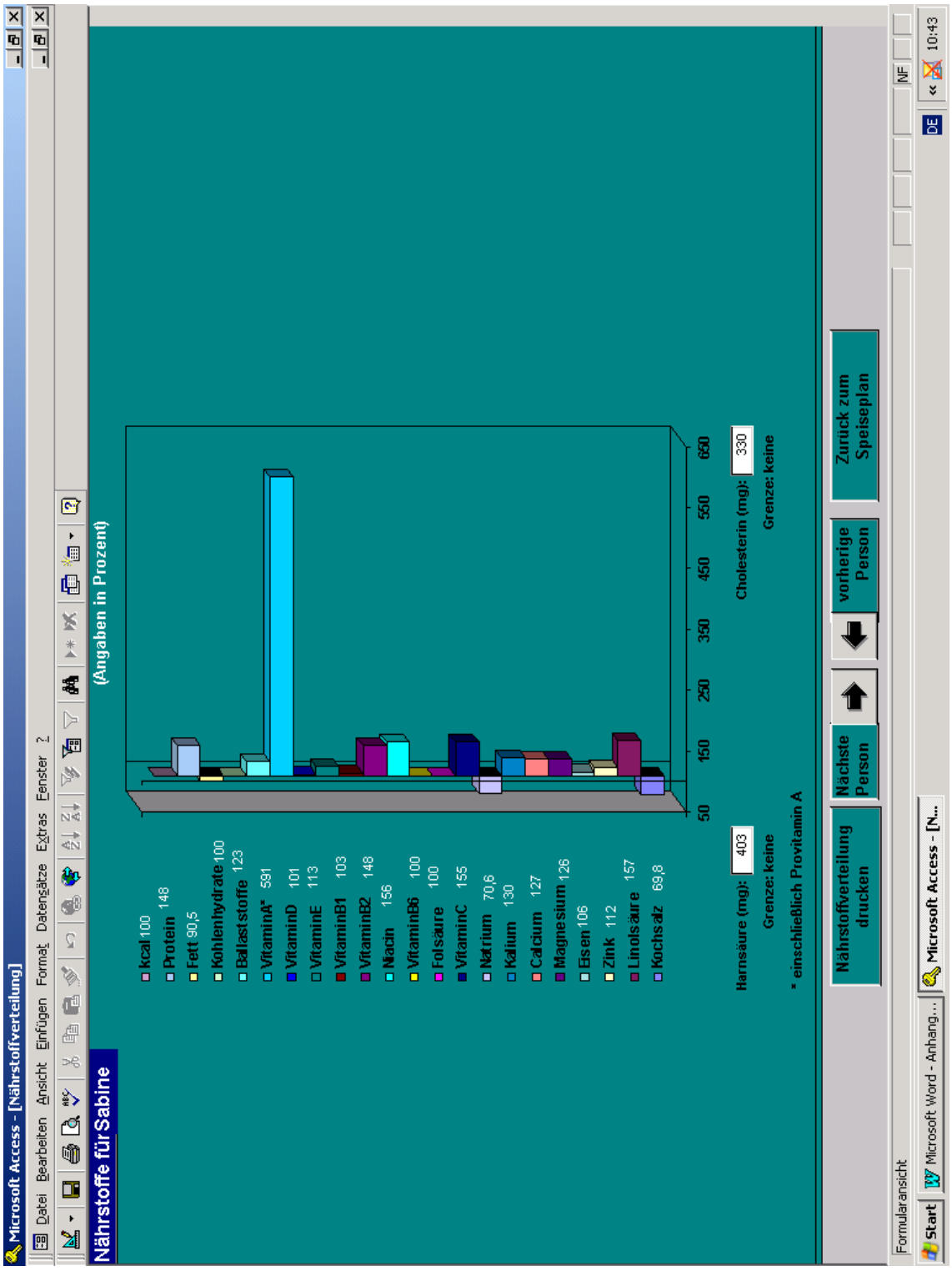



**Abbildung A21:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für die Eltern mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Sabine

**Abbildung A22:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für die Eltern mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Klaus

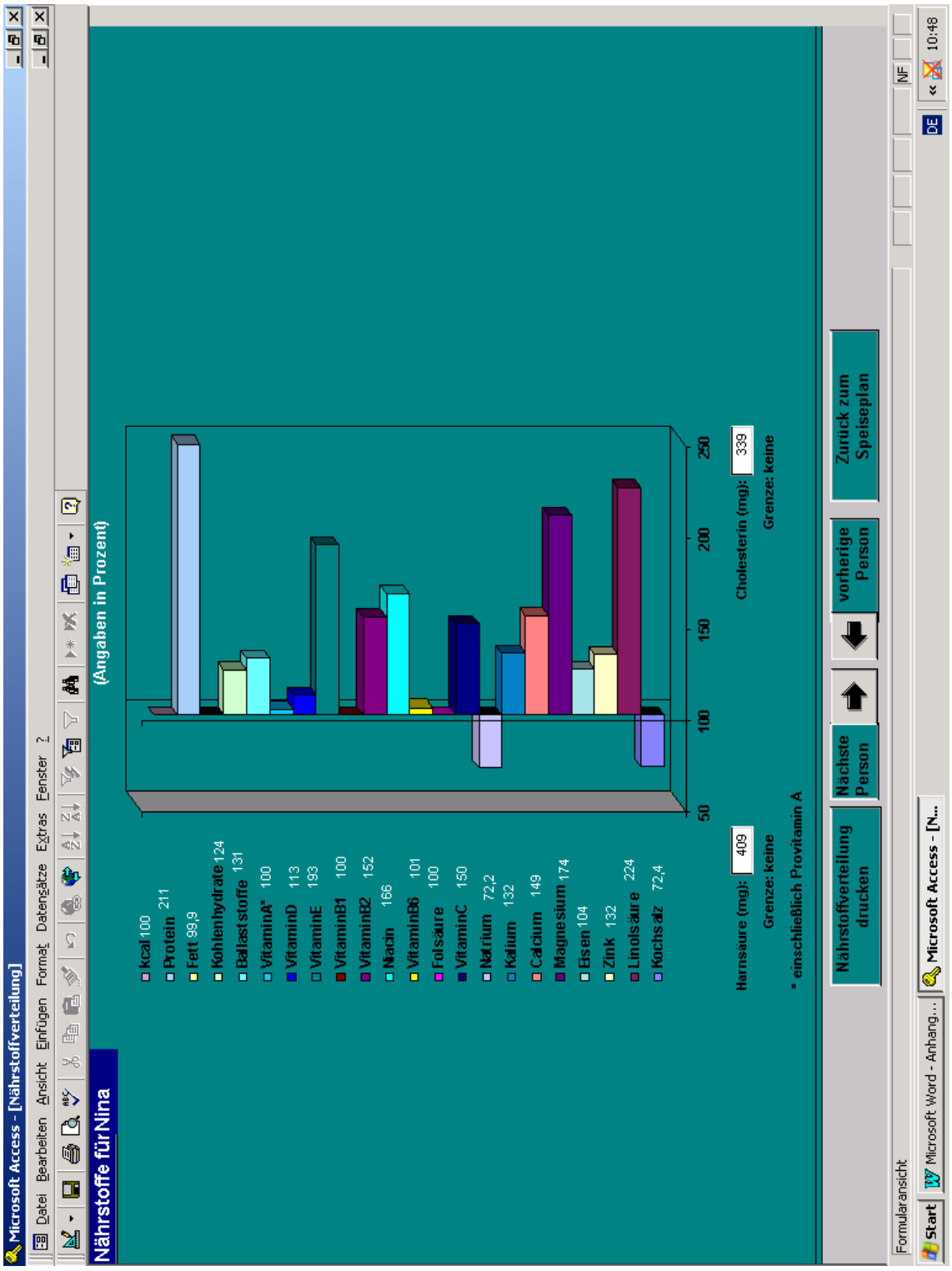



**Abbildung A23:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für die Kinder mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Nina

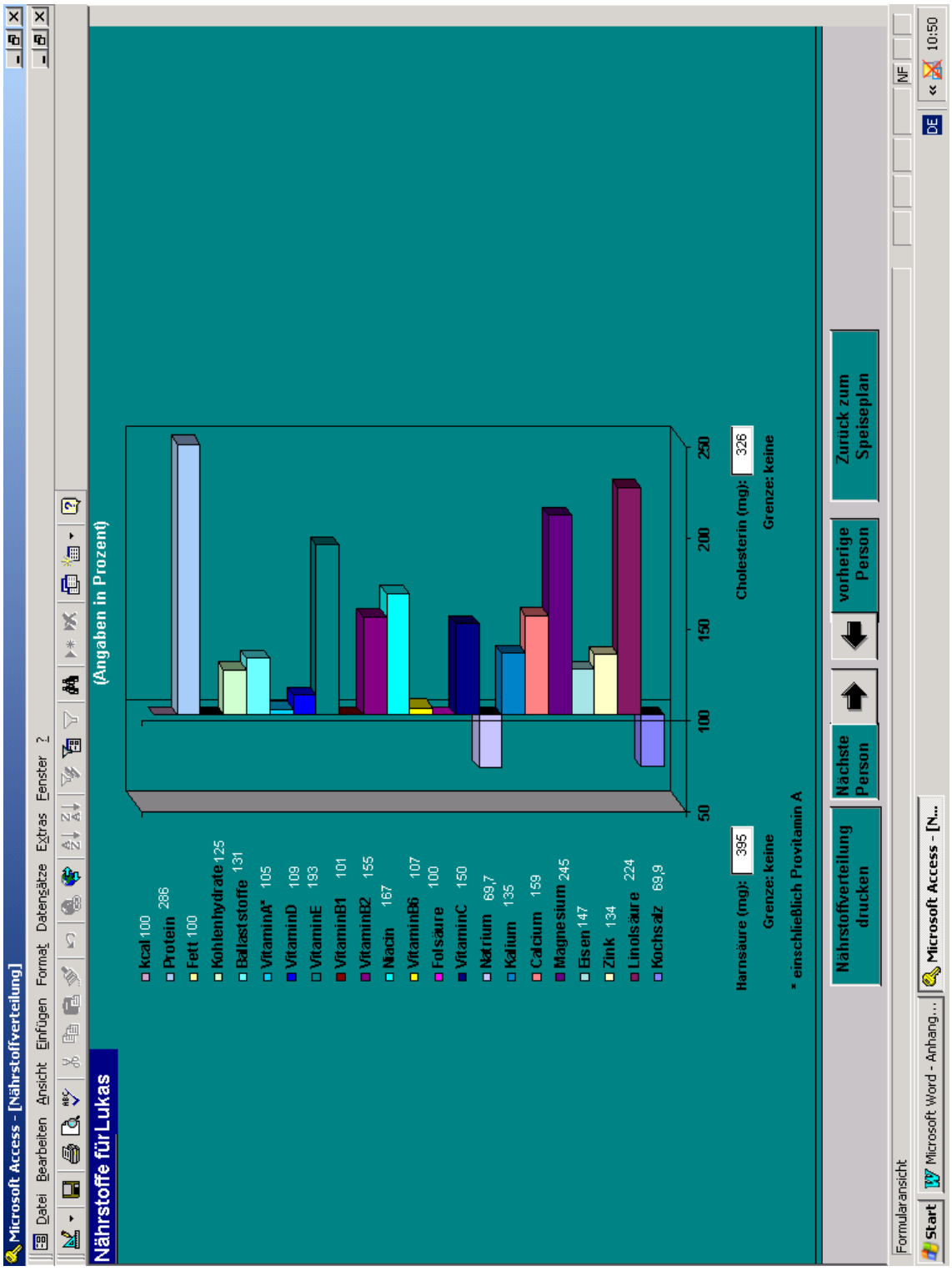
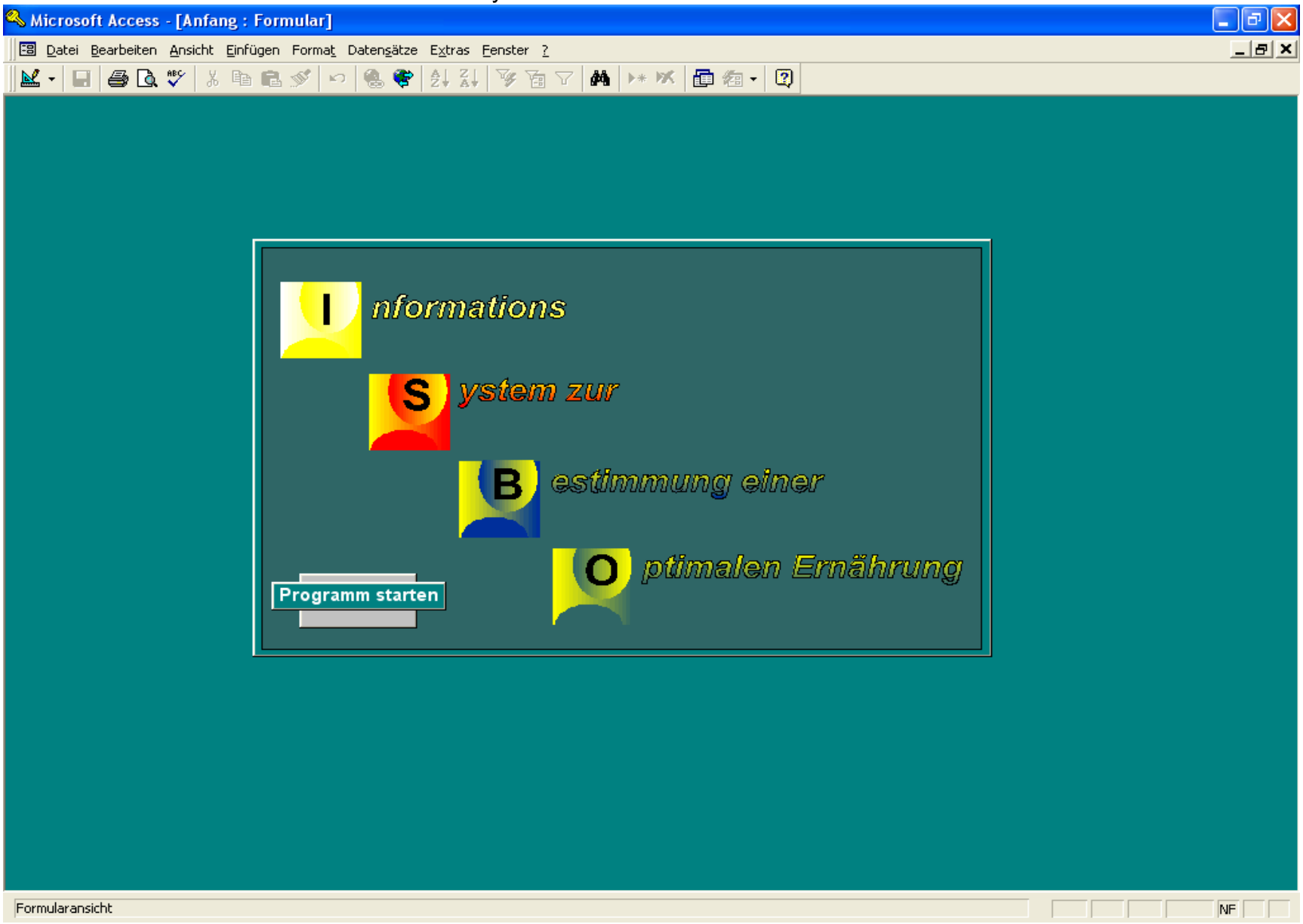


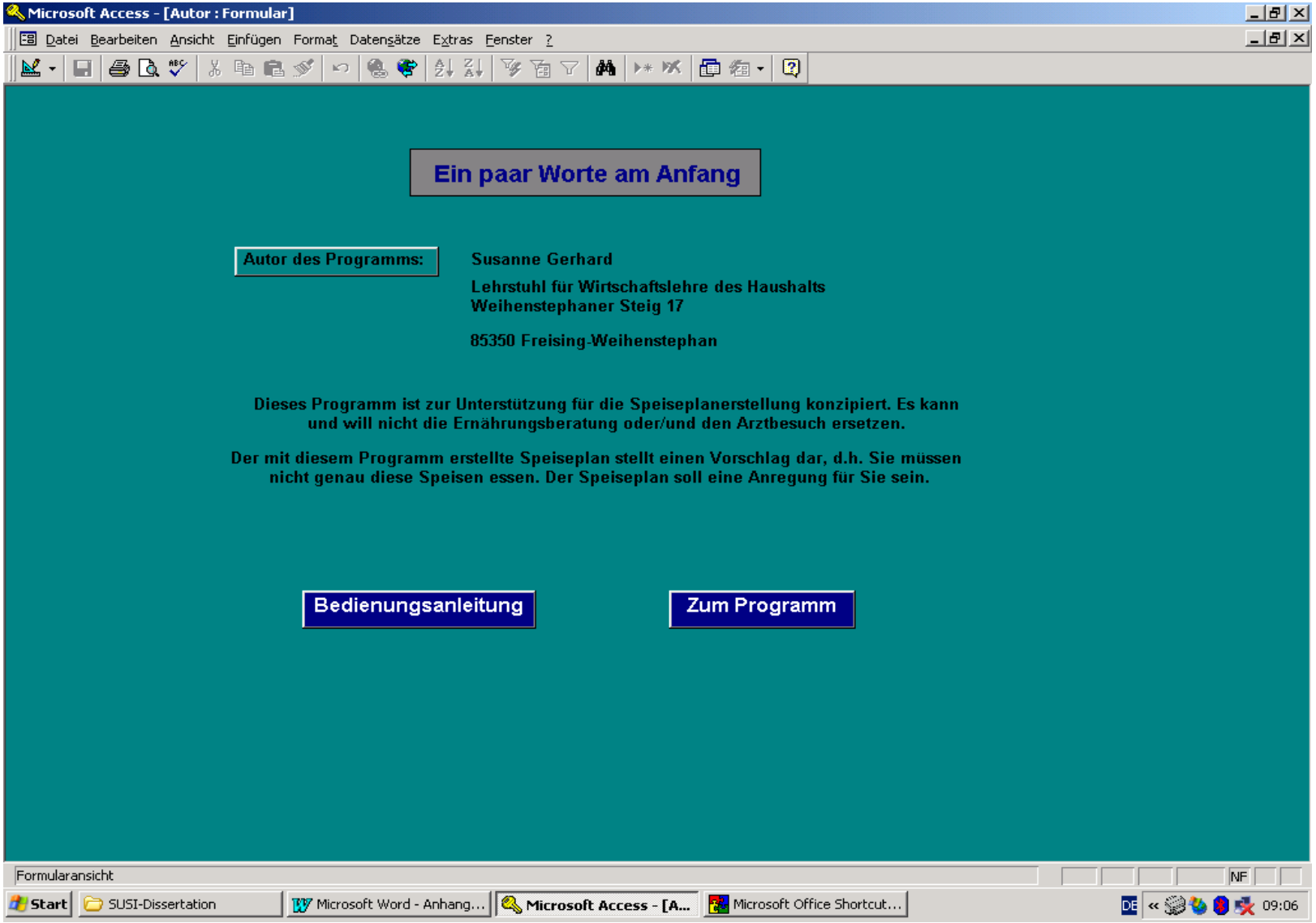

**Abbildung A24:** Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des Speiseplans für die Kinder mit der Zielsetzung „minimale Lebensmittelkosten“ für Lukas

# Anhang 3: Bildschirmmasken von ISBO

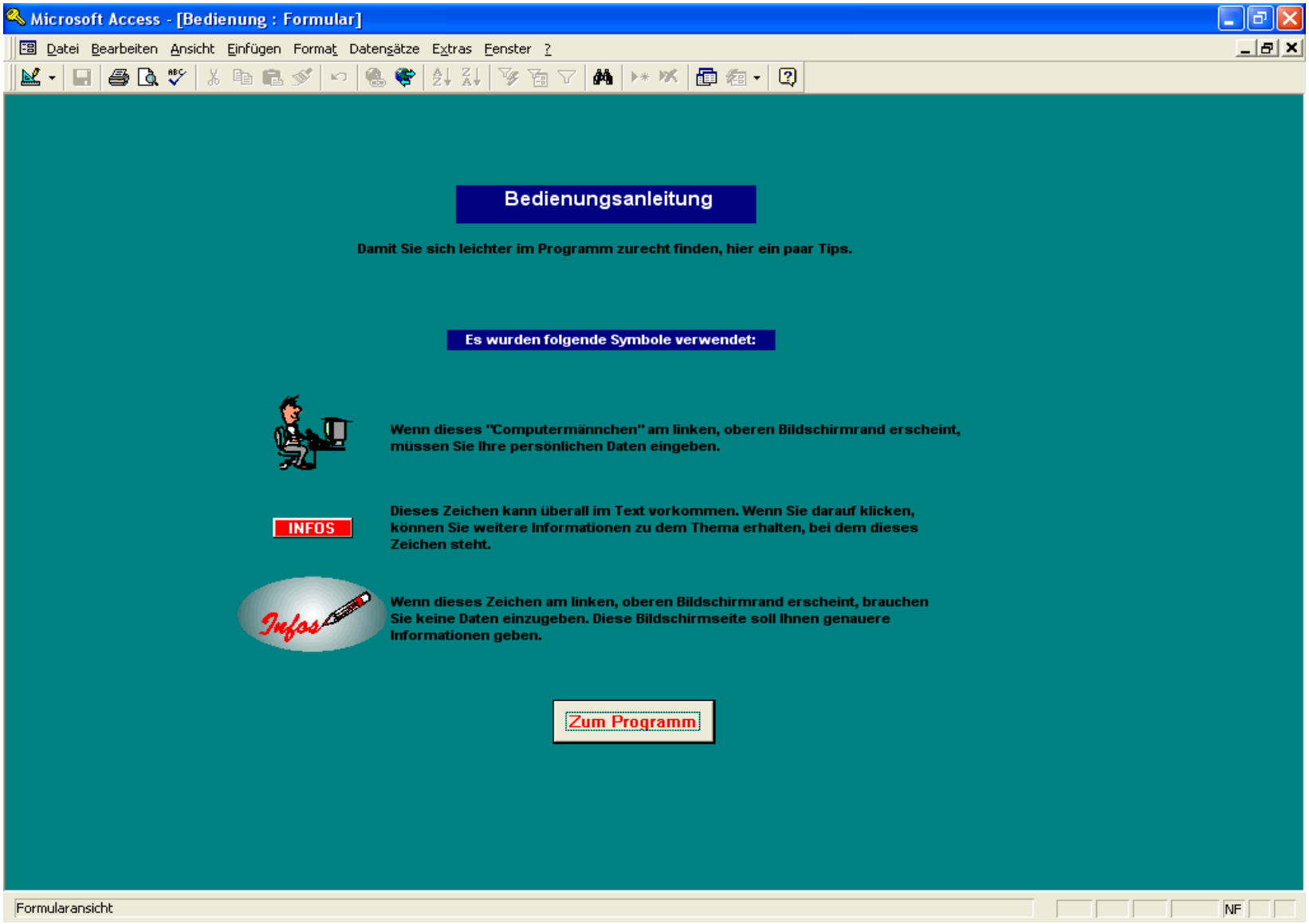
**Formular A1:** Titelformular des Informationssystems



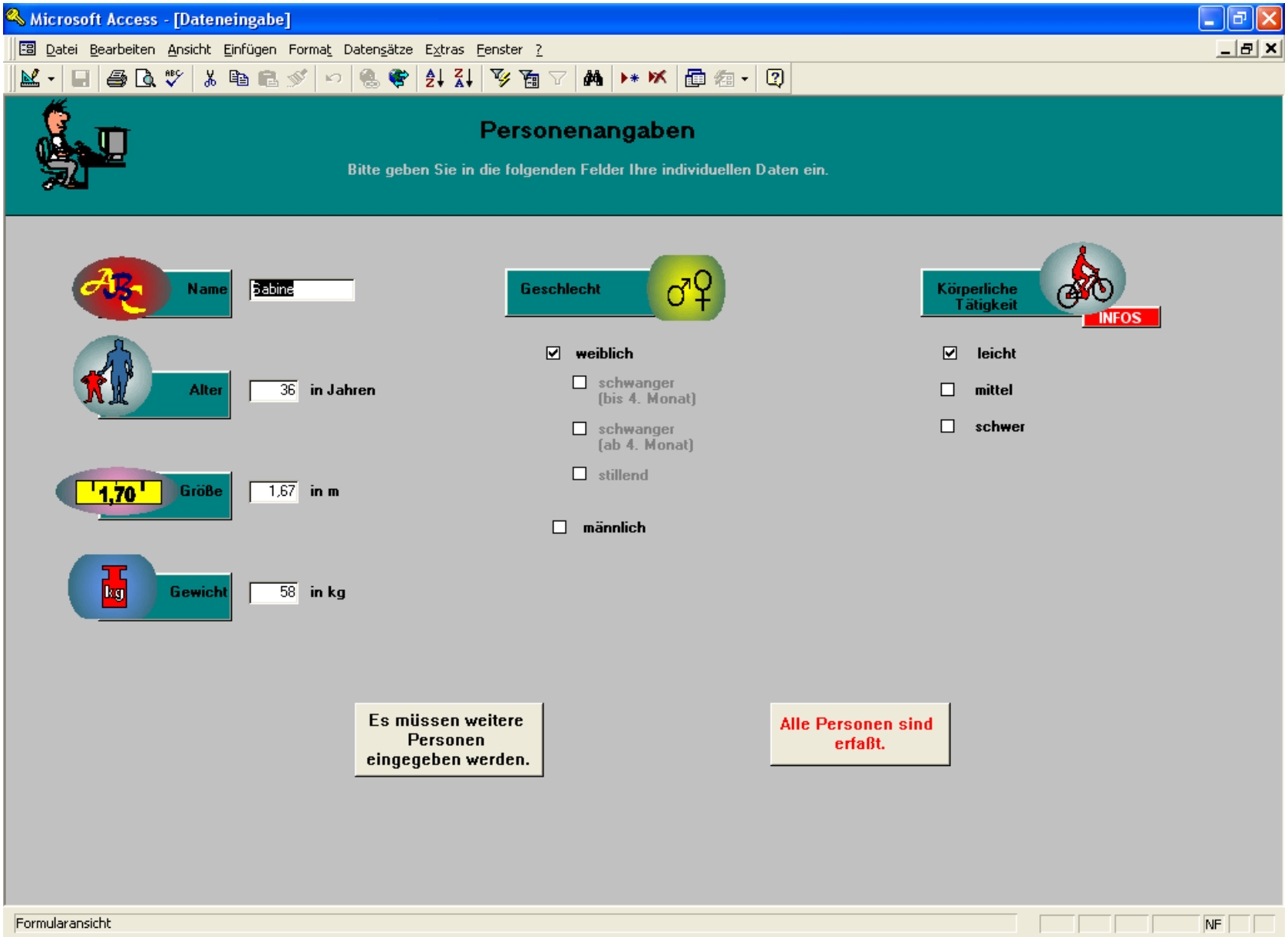
**Formular A2:** Einleitung



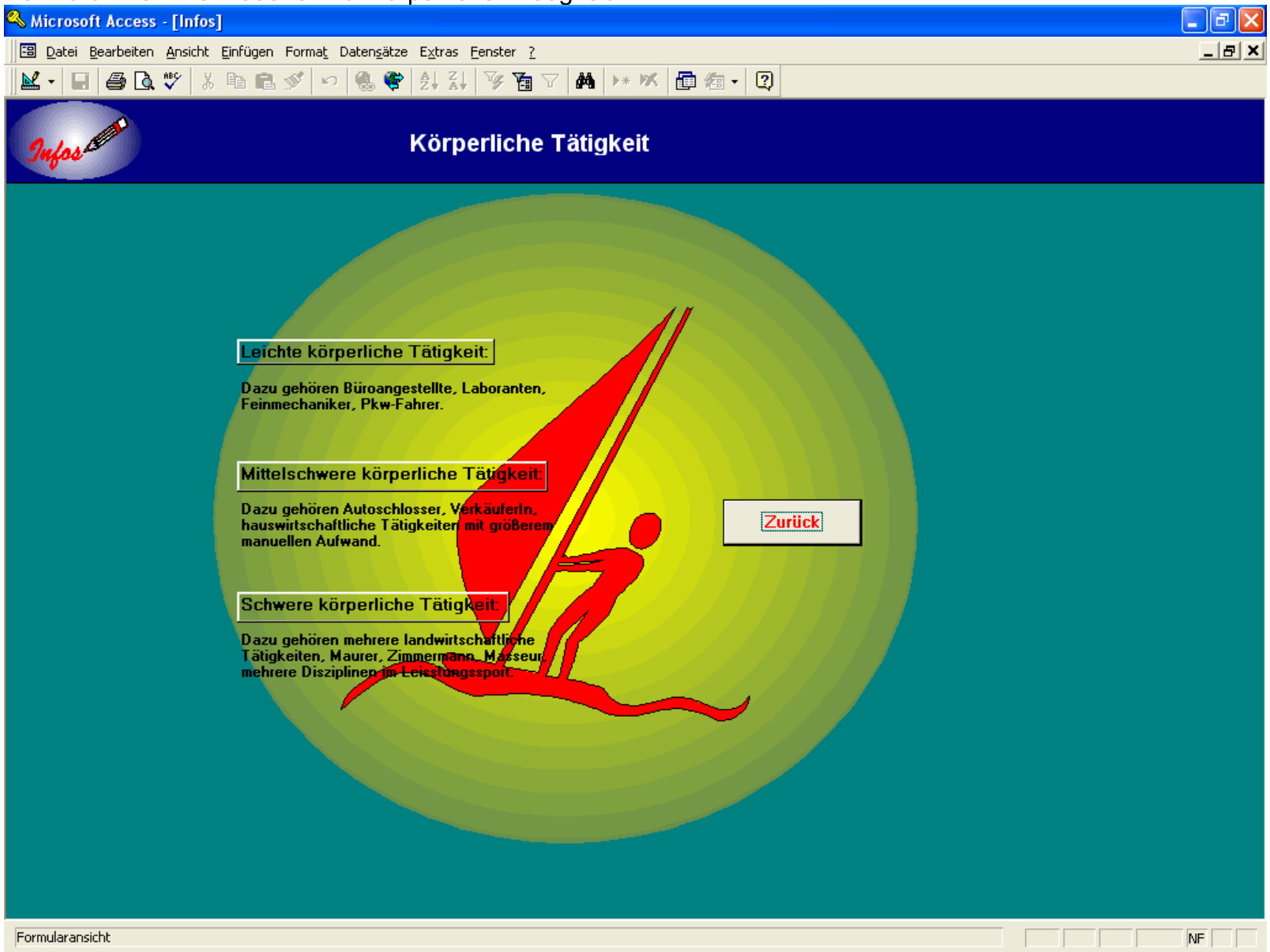
**Formular A3:** Bedienungsanleitung



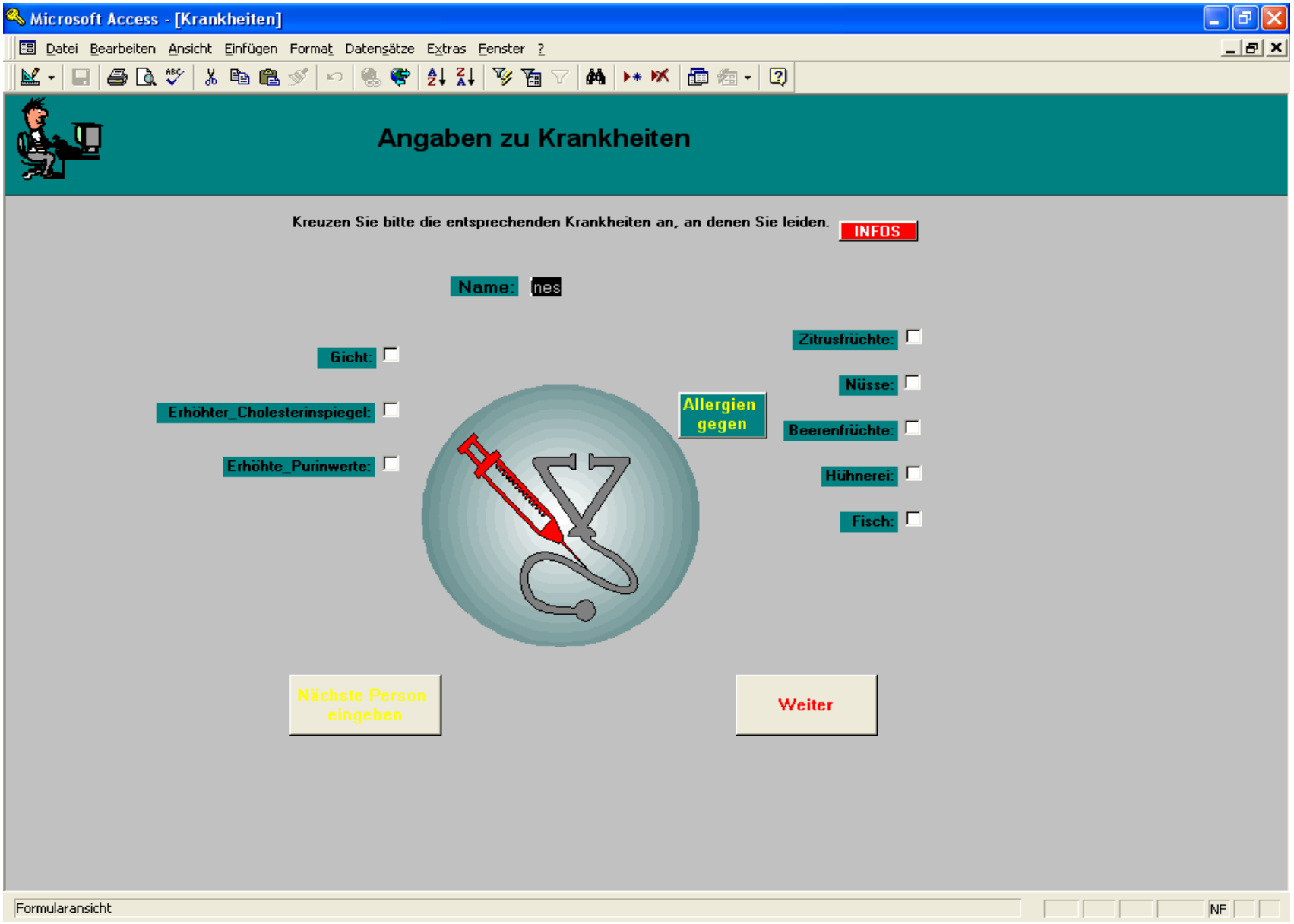
**Formular A4:** Dateneingabe eines privaten Haushaltes



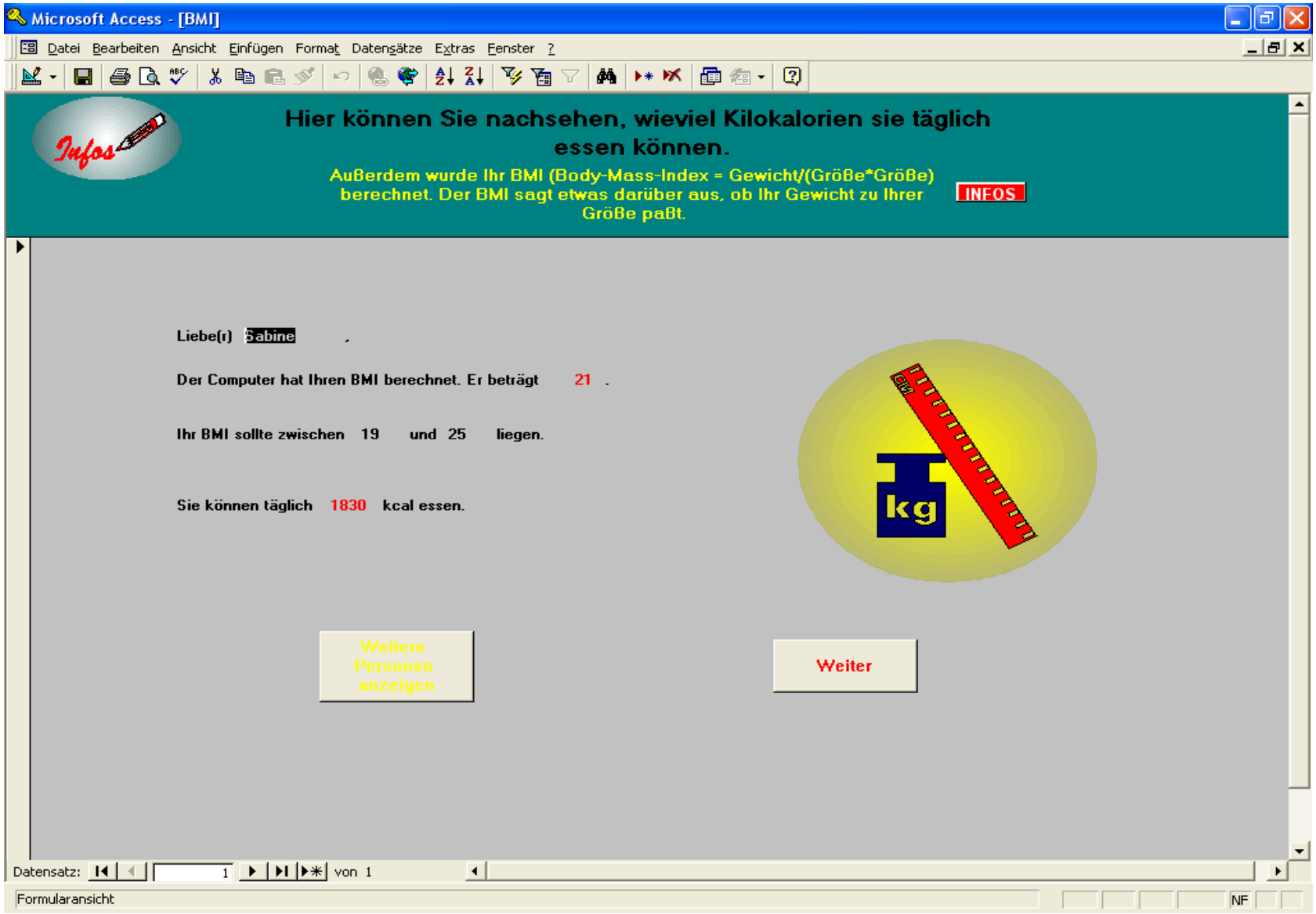
**Formular A5:** Informationen zur körperlichen Tätigkeit



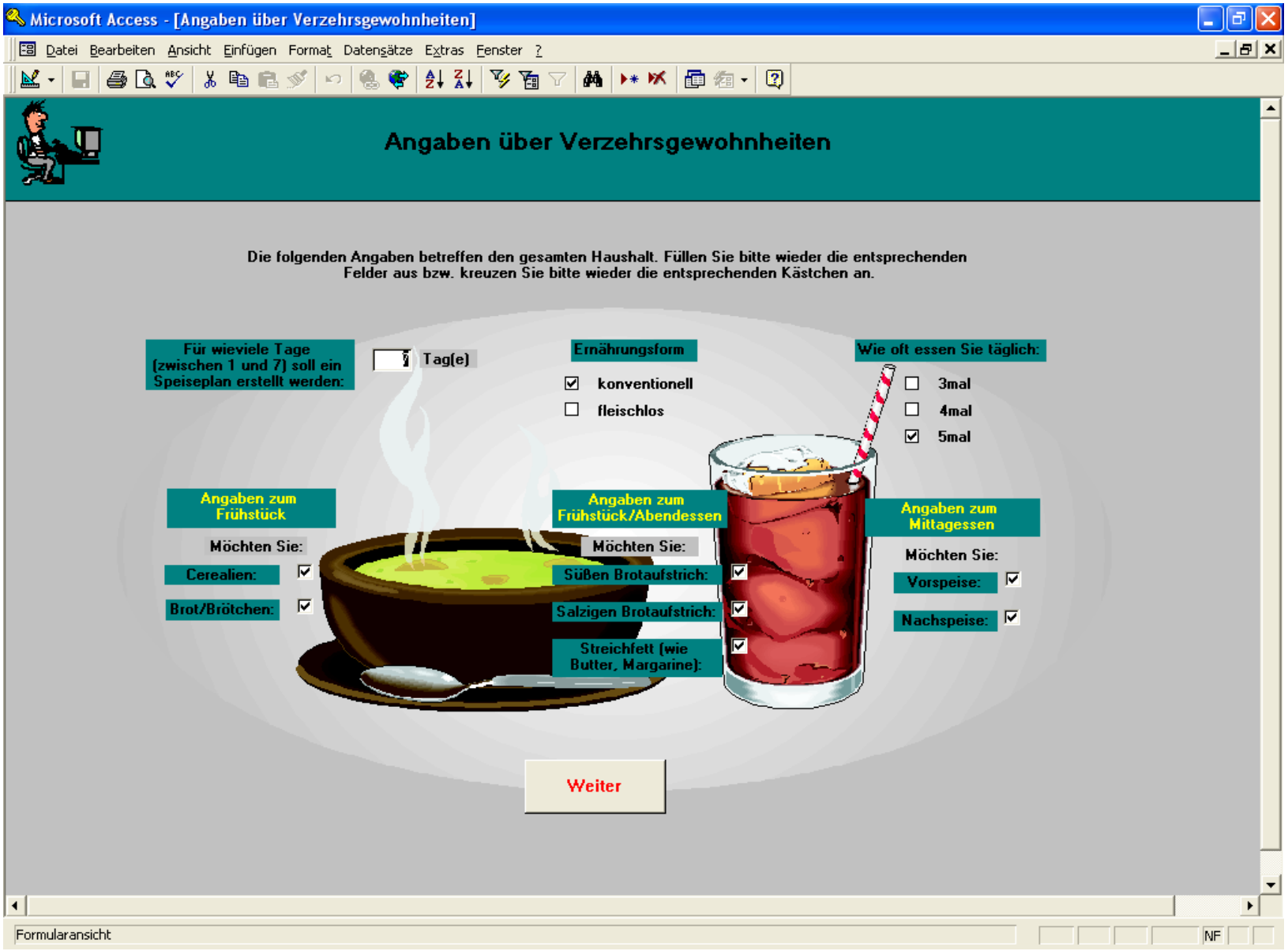
**Formular A6:** Eingabe von Krankheiten



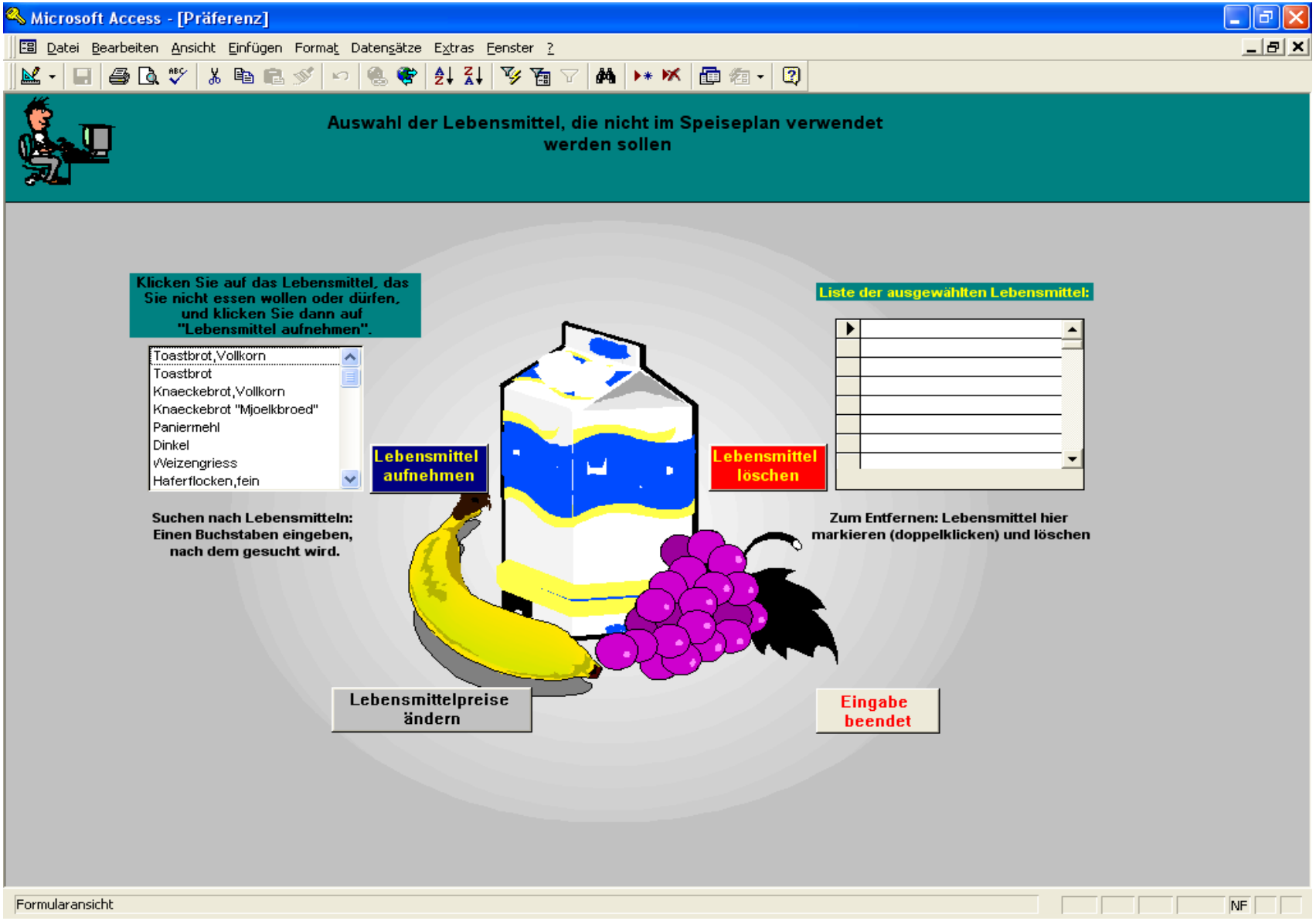
**Formular A7:** Anzeige des berechneten BMIs



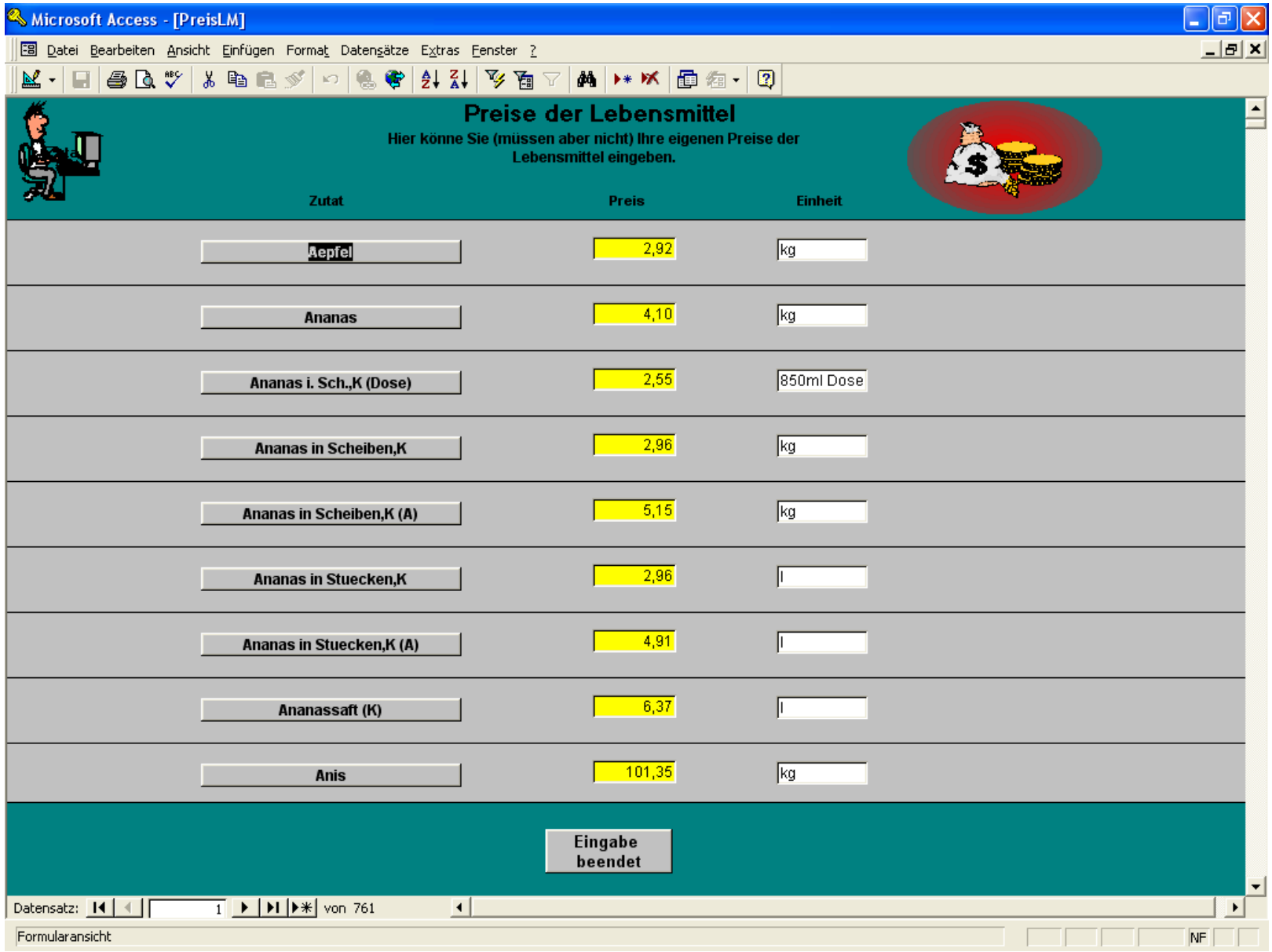
**Formular A8:** Angaben über Verzehrsgewohnheiten



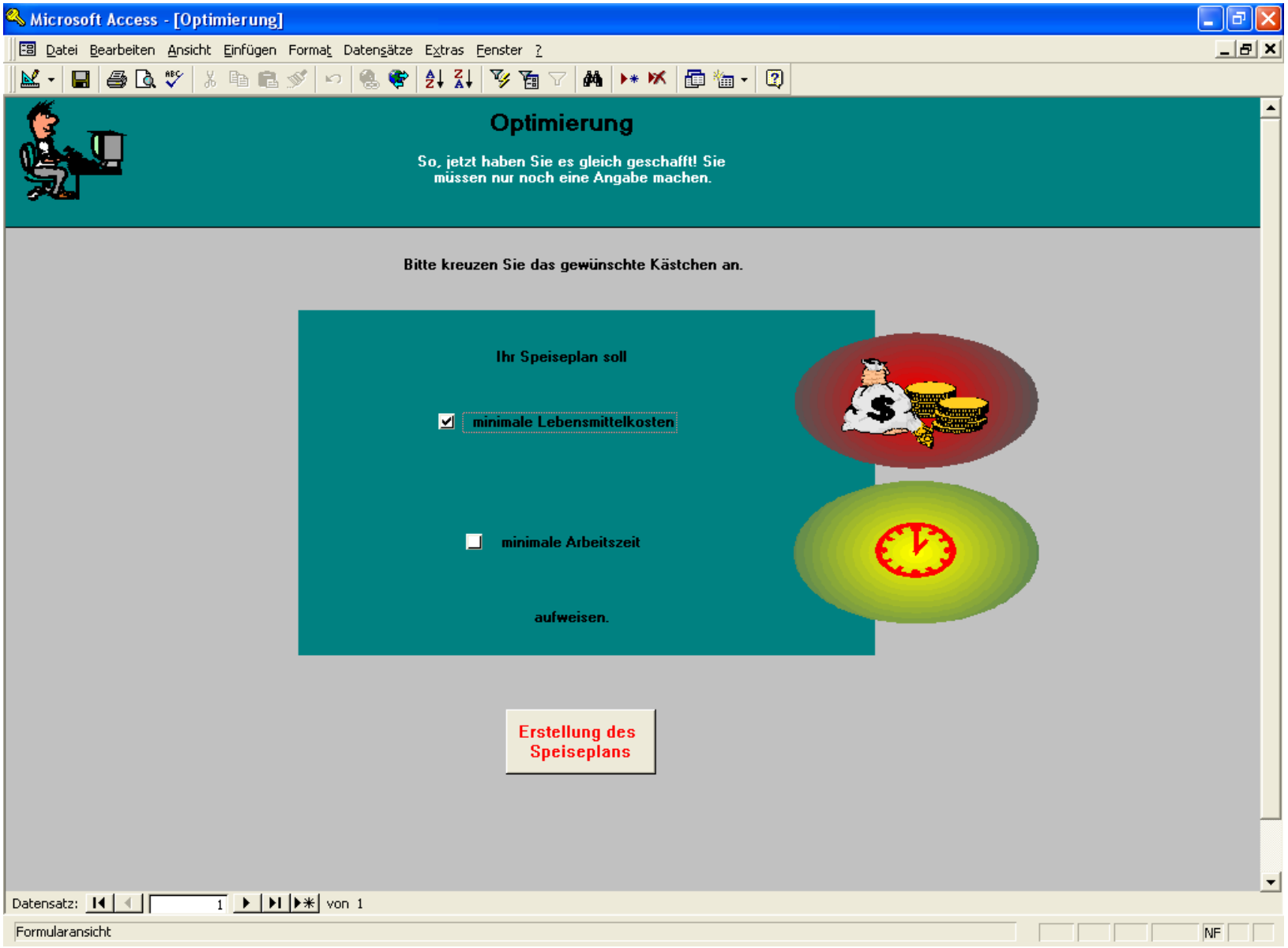
**Formular A9:** Angaben über unerwünschte Lebensmittel



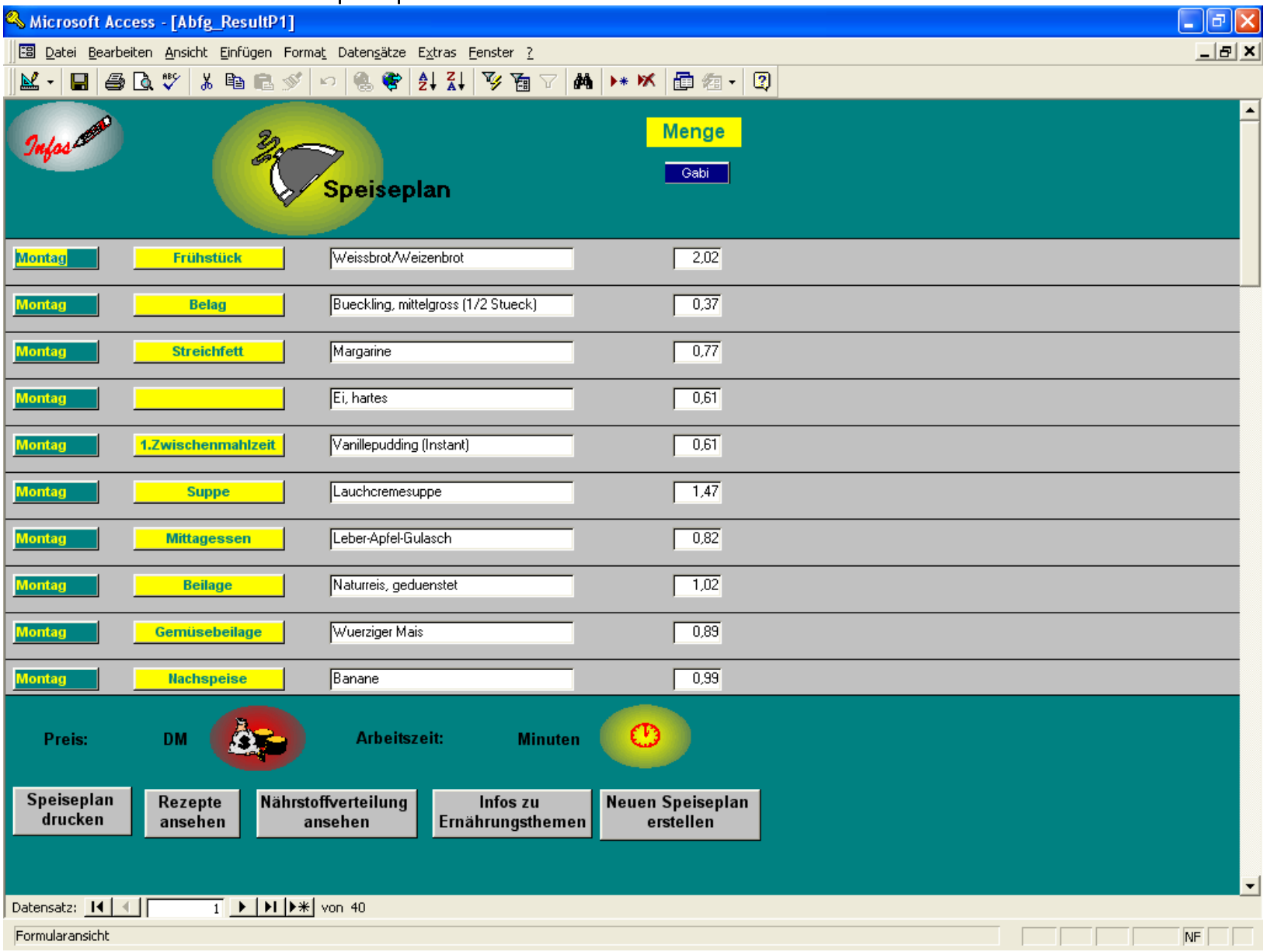
**Formular A10:** Optionale Eingabe der Lebensmittelpreise



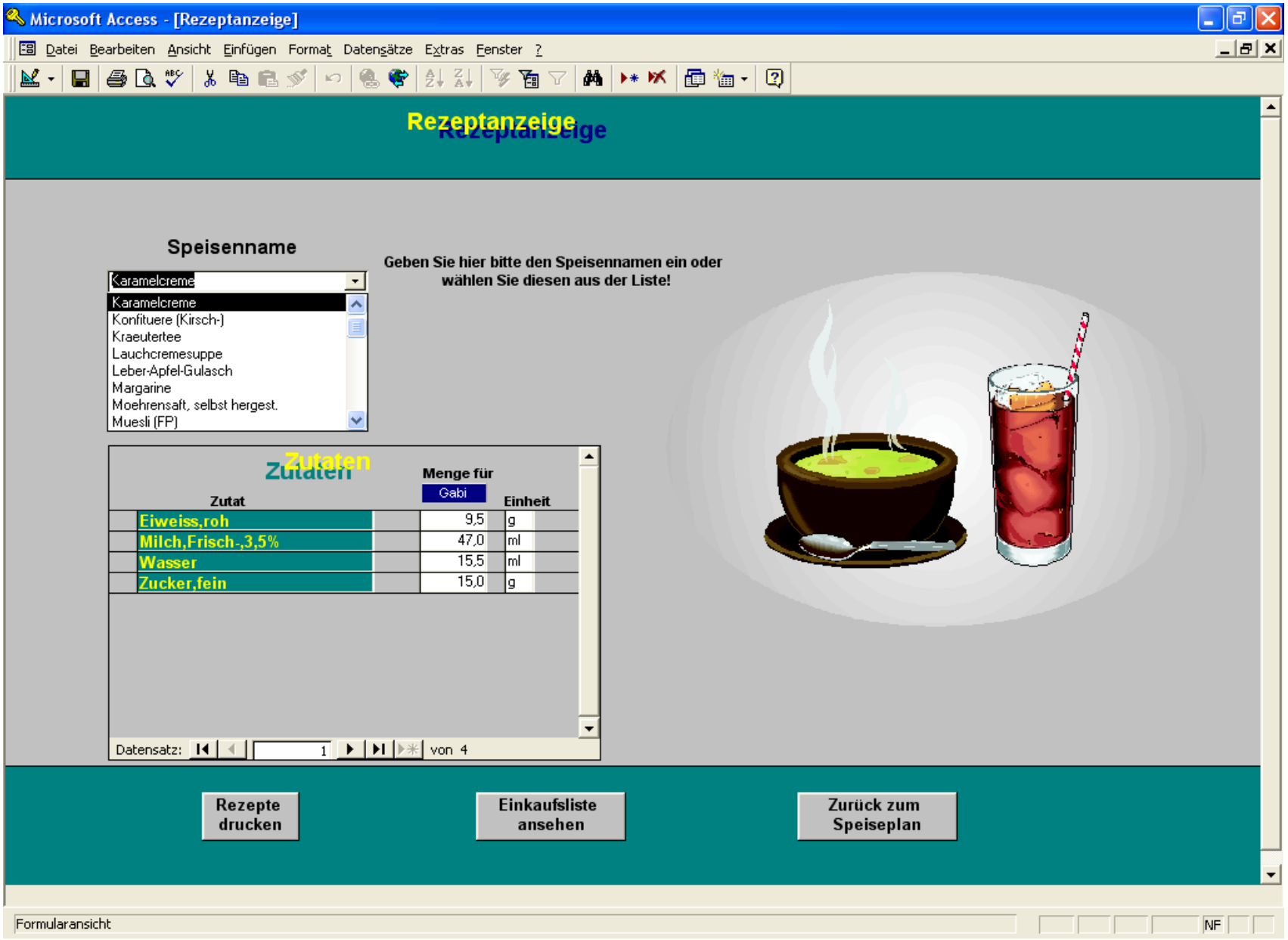
**Formular A11:** Auswahl der Zielfunktion



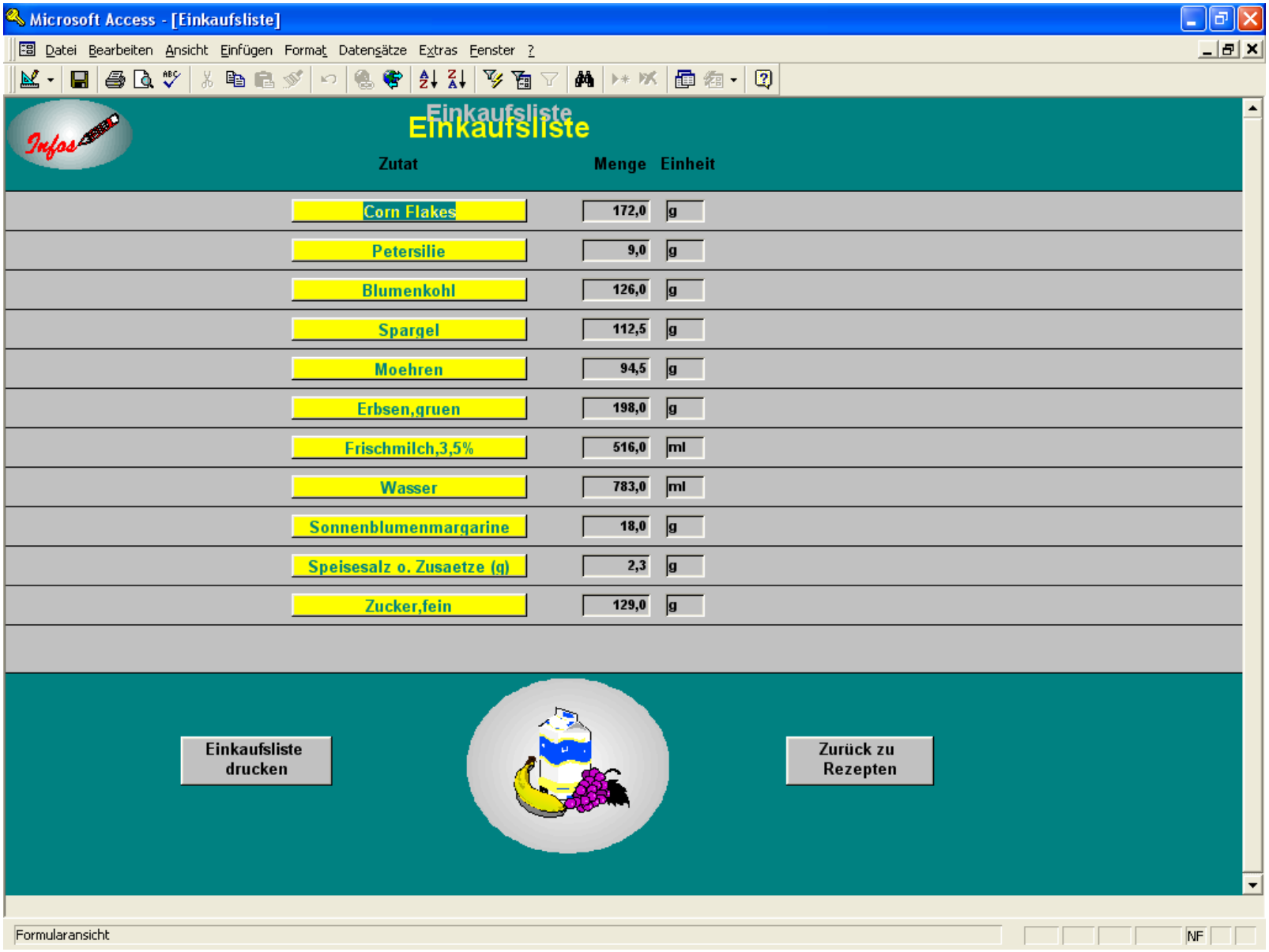
**Formular A12:** Berechneter Speiseplan



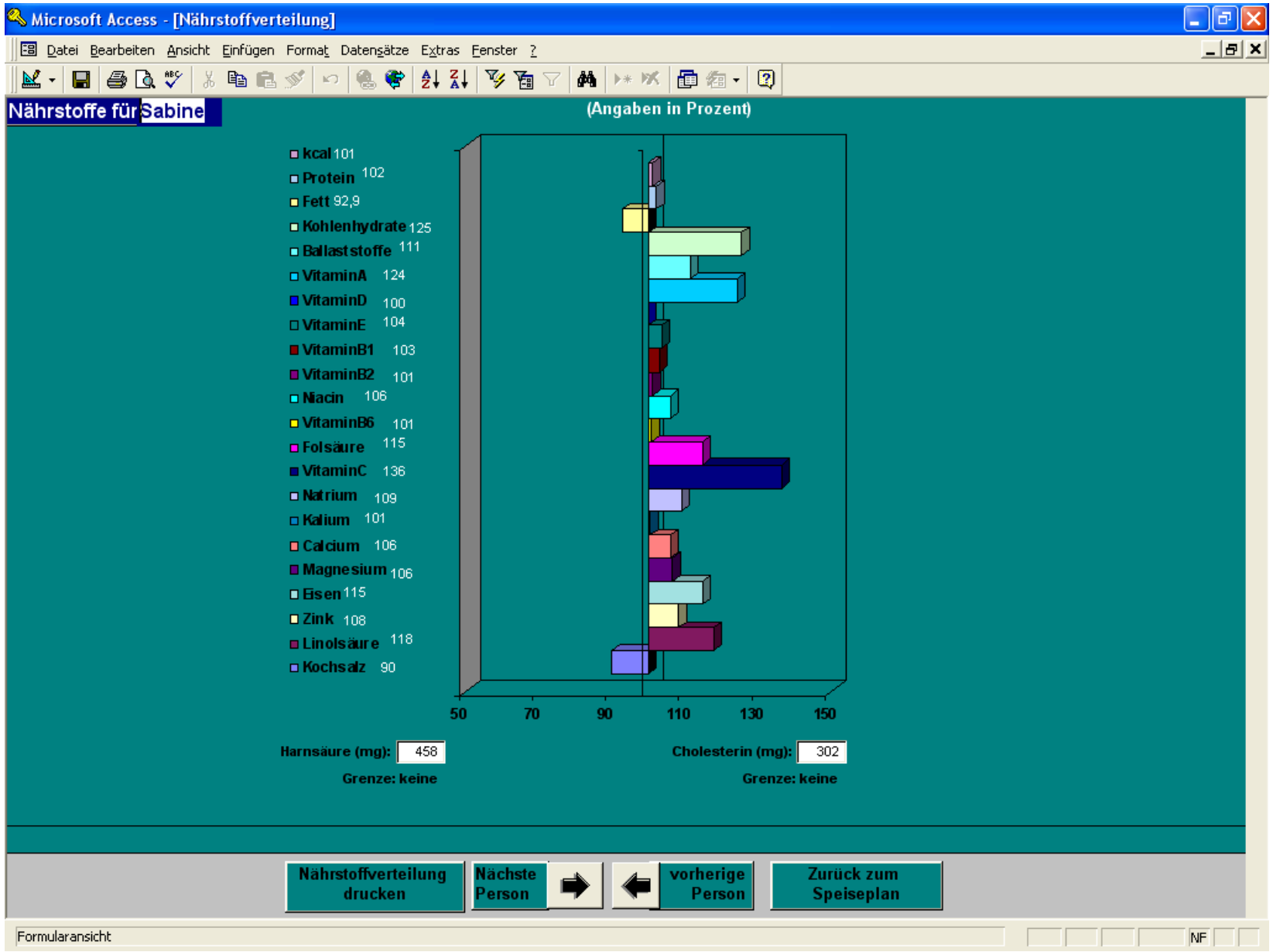
**Formular A13:** Ansicht eines Rezeptes



**Formular A14:** Einkaufsliste



**Formular A15:** Nährstoffdiagramm



# Lebenslauf

**Persönliche Daten**

| | |
|---|---|
| Name: | Susanne Gerhard, geb. Kreutzmeier |
| Geburtsdatum: | 02.01.1969 |
| Geburtsort: | Weiden i.d.Opf. |
| Staatsangehörigkeit: | Deutsch |
| Familienstand: | verheiratet, zwei Kinder |

**Schulbildung**

| | |
|---|---|
| 1975 – 1979 | Grundschule Pirk |
| 1979 – 1988 | Elly-Heuss-Gymnasium Weiden, Sozialwissenschaftlicher Zweig<br>Abschluss: Allgemeine Hochschulreife |

**Studium**

| | |
|---|---|
| 1988 – 1993 | Studium der Ökotrophologie an der Technischen Universität München-Weihenstephan<br>Abschluss: Diplom Ökotrophologin |

**Promotion**

| | |
|---|---|
| Seit 1994 | am Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Haushaltes, Technische Universität München-Weihenstephan<br>Promotionsstipendium der Hanns-Seidel-Stiftung |

**Praktische Erfahrungen**

| | |
|---|---|
| 1995 | Mitarbeit in der Arbeitsgruppe „Ernährung“ des KTBL´s (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) |
| 1995/1996 | Ernährungsberatung und –vorträge im Auftrag von Krankenkassen |