

16. Kapitel

Sensorische Profilanalyse und visuelle Bewertung von wärmebehandelter Milch

K. Einhoff, D. Martin, C. Kiesner und E. Schlimme

1. Einleitung

Rohmilch der Versuchsstation Schaedtбек der Bundesanstalt für Milchforschung wurde bei verschiedenen Temperatur-Zeit-Kombinationen im Bereich zwischen 60 und 140 °C sowie Heißhaltezeiten bis in den Minuten-Bereich hinein erhitzt und die hitzebedingten Veränderungen der Milch durch sensorische Profilanalyse und ergänzende visuelle Prüfung kontrolliert und bewertet.

2. Methoden

Die Profilprüfung wurde 1950 erstmals beschrieben und angewendet (1). In der vorliegenden Untersuchung wurde diese in Anlehnung an ISO 6564, ISO/CD 13299 und dem entsprechenden Entwurf der DIN-Norm 10967 durchgeführt. Die Methode geht davon aus, daß alle bei der Mundprobe wahrnehmbaren Eigenschaften qualitativ wie quantitativ erfaßt und beschrieben werden. Tabelle 1 zeigt das Formular, das jeder Prüfer während der Prüfung auszufüllen hatte. Die Prüfungen wurden von erfahrenen und speziell auf die Profilanalyse trainierten Prüfern (Arbeitsgruppe Sensorik der Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel) durchgeführt.* Die Prüfer trugen ihre Ergebnisse in das Prüfformular ein, ohne daß in diesem ersten Schritt ein Erfahrungsaustausch stattfand. Um ein Gesamtergebnis der Gruppe zu erhalten, wurde dann in einem zweiten Schritt eine Zusammenfassung der Einzelergebnisse von der Gruppe erarbeitet. Hierzu legte jedes Mitglied des „Taste-Panel“ sein Ergebnis dar. Anschließend wurde in einer gemeinsamen Diskussion das Gruppenergebnis ermittelt.

Ergänzend zu der sensorischen Prüfung wurde im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes eine visuelle Analyse der wärmebehandelten Milch durchgeführt, die das Gelierungsverhalten bzw. eine Aggregatbildung sowie Farbveränderungen der wärmebehandelten Milch beschreiben sollte.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Sensorische Analyse

Die Ergebnisse der sensorischen Profilanalyse der wärmebehandelten Milch sind in Abbildung 1 zusammenfassend wiedergegeben und werden nachfolgend für die einzelnen Erhitzungsbereiche ausführlich beschrieben.

* Zusammensetzung / Alter / Geschlecht der Prüfgruppe: Anzahl: 7; 37-63 Jahre; m/w = 6/1

3.1.1 Erhitzungsbereich der Sterilisierung

Milch wurde bei Prozeßtemperaturen zwischen 110 und 134 °C erhitzt, wobei die Heißhaltezeiten so gewählt wurden, daß Sterilisationswerte (F_0) von 0,57 bis 966 min erzielt wurden. Dabei ist festzustellen, daß eine Reihe der (bewußt) gewählten Temperatur-Zeit-Bedingungen einer molkereiunüblichen Wärmebelastung entsprachen.

3.1.1.1 Milchproben ST 1.1 - 1.4

Im Geschmack wurde die Proben 1.1 mit kochig, ölig, nussig und mit einer Vielzahl „unsauberer“ Geschmacksnoten bezeichnet, obwohl die Wärmebehandlung dieser Probe noch als dem Hoherhitzungsbereich (HE) zugehörig anzusehen ist (Abb. 1). Mit zunehmender Heißhaltezeit tritt eine dumpf/muffige (ST 1.2) bzw. bittere Geschmacksnote auf (Proben ST 1.3 und ST 1.4). Die Probe ST 1.4 zeigt bereits eine deutliche Verfärbung. Auch der Geruch dieser mit einer Prozeßtemperatur von 110 °C wärmebehandelten Milchproben wurde mit zunehmender Heißhaltezeit fehlerhafter und mit den sensorischen Fehlern dumpf/muffig, käsig und sauer beschrieben.

3.1.1.2 Milchproben ST 2.1 - 2.4

Im Geschmack wiesen diese Milchproben, die mit einer Prozeßtemperatur von 114 °C erhitzt wurden, sämtlich eine kochige, ölige und seifige Komponente auf. Darüber hinaus waren zusätzlich bei den Proben ST 2.2 - 2.4 schwach bitter und leimig/pulverige geschmackliche Eindrücke nachweisbar. Die Geruchsuntersuchung ergab bei der Probe ST 2.1 einen deutlich kochigen, schwach futtrigen und nussigen Eindruck. Der Kochgeruch wurde bei den Proben ST 2.2 - 2.4 zunehmend durch die Komponente stechend und pappig und bei der Probe ST 2.4 insbesondere durch einen sauren Geruch überlagert bzw. verdrängt. In dieser Probenreihe trat bereits bei der Probe ST 2.3 eine schwache Verfärbung auf.

3.1.1.3 Milchproben ST 3.1 - 3.4

Sämtliche Milchproben dieser Reihe, die bei einer Prozeßtemperatur von 119 °C erhitzt wurden, zeigten einen Fehlgeschmack, der mit bitter, dumpf/muffig, pappig, seifig/laugig (Probe ST 3.1) bzw. nussig, leimig und pulverig (Proben ST 3.2 und ST 3.3) bezeichnet wurde. Der Probe ST 3.4 wurde ein deutlich bitterer, deutlich seifig/laugiger und schwach leimiger Geschmackseindruck zugeordnet. Es soll noch angemerkt werden, daß die Probe ST 3.1 als sehr schwach brandig bezeichnet wurde und darüber hinaus einen sehr schwachen Oxidationsgeschmack aufwies. Außer der Probe ST 3.1 ließen die Proben ST 3.2 - ST 3.4 einen Fehlgeruch erkennen, der mit sauer, seifig/laugig, stechend, dumpf/muffig und stark brandig (Probe ST 3.4) gekennzeichnet wurde. Eine Verfärbung zeigte sich bereits ab Probe ST 3.2.

3.1.1.4 Milchproben ST 4.1 - 4.4

Der Geschmack aller Milchproben dieser Reihe, die bei einer Prozeßtemperatur von 125 °C erhitzt wurden, wurde mit dumpf/muffig, brandig und mit einigen Nebengeschmacks Komponenten wie bitter, nussig und süß beschrieben. Der Geruch der Proben war kochig/brandig, wobei bei den Proben ST 4.2 und ST 4.3 noch eine schwach bzw. deutlich saure Geruchskomponente auftrat. Alle Proben waren deutlich bis stark verfärbt. Bei der Probe ST 4.4 trat bereits eine Gelierung auf. Diese Probe wurde sensorisch deshalb nicht untersucht.

3.1.1.5 Milchproben ST 5.1 - 5.4

Der Geschmack der Milchproben der Reihe ST 5.1 und ST 5.2, die bei einer Prozeßtemperatur von 129 °C erhitzt wurden, wies eine schwache süßlich/nussige und dumpf/muffige Note auf. Der Geruch wurde als schwach bzw. deutlich brandig beschrieben. Die Probe ST 5.2 wies eine starke Verfärbung auf. Die Proben ST 5.3 und ST 5.4 zeigten ebenfalls eine Gelierung und wurden deshalb nicht verkostet.

3.1.1.6 Milchproben ST 6.1 - 6.4

Von diesen Milchproben (Prozeßtemperatur 134 °C) wurde lediglich ST 6.1 sensorisch untersucht. Sie zeigte im Geschmack deutlich bittere, ölige, pappige, seifig/laugige, stechende und leimige Eigenschaften. Der Geruch war deutlich brandig, dumpf/muffig, sauer und stechend. Die Probe ST 6.1 war bereits deutlich verfärbt. Die Proben ST 6.2 bis ST 6.4 waren geliert.

3.1.2 Hoherhitzungsbereich

Rohmilch der Versuchsstation Schaedtbeek der Bundesanstalt für Milchforschung wurde bei Prozeßtemperaturen im Bereich von 86 bis 125 °C und bei Heißhaltezeiten erhitzt, die Sterilisationswerten (F_0) von 0,00002 bis 2,1 min entsprachen.

3.1.2.1 Milchproben HE 1.1 - 1.5

Die Milchproben dieser Reihe wurden bei einer Prozeßtemperatur von 86 °C erhitzt; HE 1.1 und HE 1.2 wurden sowohl hinsichtlich ihres Geschmackes als auch ihres Geruches als akzeptabel bezeichnet und mit den Merkmalen schwach kochig und nussig beschrieben. Die Milchproben HE 1.3 bis HE 1.4 wiesen sensorische Fehler auf, die geschmacklich mit fruchtig, brandig, süßlich und pappig bezeichnet wurden. Es lagen keine Verfärbungen vor.

3.1.2.2 Milchproben HE 2.1 - 2.5

Die Milchproben dieser Reihe wurden bei einer Prozeßtemperatur von 95 °C erhitzt; HE 2.1 und HE 2.2 wurden als geschmacklich akzeptabel bezeichnet, wohingegen die Proben HE 2.3 bis HE 2.5 hinsichtlich ihrer Geruchs- und Ge-

schmacksnoten als kochig und im Geschmack darüber hinaus als säuerlich und schmirgelig/talgig empfunden wurden. Es traten keine Verfärbungen auf.

3.1.2.3 Milchproben HE 3.1 - 3.5

Sämtliche Milchproben aus dieser Versuchsreihe, die bei einer Prozeßtemperatur von 105 °C erhitzt wurden, wurden hinsichtlich ihres Geruches und Geschmackes als so fehlerhaft bezeichnet, daß sie nicht verkehrsfähig waren. Neben dem Kochgeruch und -geschmack traten folgende Off-Flavour auf: dumpf/muffig, fruchtig, futtrig, ölig, bitter, nussig, leimig/pulverig. Es lagen keine Verfärbungen vor.

3.1.2.4 Milchproben HE 4.1 - 4.5 und HE 5.1 - 5.5

Die Milchproben aus diesen Versuchsreihen, die bei Prozeßtemperaturen von 115 bzw. 125 °C ausgeführt wurden, waren hinsichtlich ihres Geruchs- und Geschmacksprofils so fehlerhaft, daß eine Verkehrsfähigkeit nicht mehr gegeben war. Die Off-Flavourqualitäten waren die gleichen, die bereits für Milchproben der Versuchsreihe HE 3.1 - 3.5 angegeben wurden.

3.1.3 Pasteurisierungs- und Termisierungsbereich

Sämtliche Milchproben der Versuchsreihe PT 1.1 - PT 3.3, die bei Prozeßtemperaturen von 62, 72 und 75 °C durchgeführt wurden, waren hinsichtlich ihres Geruches und ihres Geschmackes von guter bis sehr guter Qualität. Die in diesem Temperaturbereich wärmebehandelten Proben waren allerdings hinsichtlich ihres Erhitzungsgrades sensorisch nicht unterscheidbar.

3.1.4 Ultrahoherhitzungsbereich

Rohmilch wie homogenisierte Rohmilch wurden unter Bedingungen der Ultrahoherhitzung bei einer Prozeßtemperatur von 140 °C und äquivalenten Heißhaltezeiten bis 23 sec entsprechend Sterilisationswerten (F_0) von 5 bis 30 min erhitzt. Sämtliche Milchproben waren von sehr guter Qualität. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Milchproben waren so gering, daß diese nicht sensorisch quantifiziert werden konnten.

3.2 Gelierung (Aggregatbildung) und Bräunung der Milchproben

Bei den im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens hergestellten wärmebehandelten Milchproben wurde die Gelierungs- bzw. Aggregatbildungsgrenze visuell bestimmt. Weiterhin wurden die durch Maillard- und Folge-Reaktionen bedingte visuell erkennbare Braunfärbung der Proben angegeben.

3.2.1 Gelierungsverhalten

Bei den Milchproben, die unter Erhitzungsbedingungen der Pasteurisierung-Thermisierung (PT), der Hoherhitzung (HE) und der UltraHoherhitzung (UT) hergestellt wurden, konnte eine Gelierung bzw. Aggregatbildung nicht beobachtet werden. Bei den durch Autoklavieren aus fetteingestellter, homogenisierter Ausgangsmilch hergestellten Sterilmilchproben (ST 1.1 - ST 6.4) konnte bei den Proben ST 4.4, ST 5.3, ST 5.4, ST 6.2 - ST 6.4, d.h. ab einem Sterilisationswert von $F_0 = 84$ min eine Gelierung - in Form von zunächst feinen Aggregaten - festgestellt werden, die mit zunehmender Wärmebelastung zu größeren Partikeln, starker Koagulation und ab einem Sterilisationswert von etwa 250 min zu einer Phasentrennung (Probe ST 5.4) führten, die aus einer kakaobraunen wässrigen Phase und einem aus denaturiertem Eiweiß bestehenden Koagulum bestand (Tab. 2).

In Abbildung 2 ist der Gelierungsbereich graphisch hervorgehoben. Bei den Milchproben ST 4.3 ($F_0 = 42,7$ min) und ST 5.2 ($F_0 = 71$ min) konnten keine Aggregate beobachtet werden, so daß aufgrund dieser Beobachtungen bei der Sterilmilchherstellung im Autoklaven die Gelierungsgrenze bei F_0 -Werten zwischen 71 bis 84 min auftritt. Hierzu ist allerdings anzumerken, daß diese Sterilisationswerte weit oberhalb des für die molkereiübliche Praxis relevanten Erhitzungsbereichs liegen.

3.2.2 Verfärbungsverhalten

Für die visuelle Beurteilung des Verfärbungsverhaltens von Milch unter verschiedenen Bedingungen der Wärmebehandlung wurde insbesondere die Milch des Sterilbereiches untersucht, da eine Abstufung der Brauntöne bei den einzelnen Milchproben durch den unterschiedlich hohen Wärmeenergieeintrag sehr gut zu erkennen war (Abb. 3, Tab. 3). Bereits bei der Probe ST 1.3, die bei 110 °C (äquivalente Heißhaltezeit: 1224 s) entsprechend einem Sterilisationswert von 1,26 min erhitzt wurde, konnte eine schwache Braunfärbung im Vergleich zur Ausgangsmilch beobachtet werden. Mit zunehmender Wärmebelastung der Milch und damit steigenden Sterilisationswerten nimmt die Intensität der Braunfärbung zu, die bei Sterilisationswerten ab 3 min (ST 1.4; ST 2.3) bereits als solche - ohne direkten Vergleich zur Ausgangsmilch - erkennbar auftritt. In Abbildung 3 sind die Intensitäten der Braunfärbung aufgeführt, wobei die mit einem Doppelpfeil verbundenen Proben eine vergleichbare Verfärbung zeigen.

4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die Ergebnisse der sensorischen Profiluntersuchung sowie der visuellen Bewertung der unterschiedlich wärmebehandelten Milchen zeigen, daß ein in der Milchsensorik trainiertes „Taste-Panel“, Milch aus dem Thermisierungs- und Pasteurisierungsbereich (max. Prozeßtemperatur 75 °C; max. äquivalente Heißhaltezeit 30 min) und aus dem unteren Hoherhitzungsbereich (max. Prozeßtemperatur 95 °C; max. äquivalente Heißhaltezeit 15 sec) als völlig fehlerfrei, d.h. hinsichtlich

Geruch und Geschmack eine gute bis sehr gute Qualität zuerkennt. In gleicher Weise wurde von diesem „Taste-Panel“ Milch, die unter Bedingungen der Ultra-
hocherhitzung hergestellt wurde, hinsichtlich ihres Geruches und Geschmacks ebenfalls als fehlerfrei qualifiziert und eine gute Qualität zuerkannt, obwohl unter den gewählten Temperatur-Zeit-Kombinationen Sterilisationswerte bis 30 min angewendet wurden. Im Gegensatz dazu wurden Milchen, die im oberen Hoherhitzungsbereich bei Prozeßtemperatur von 105 bis 125 °C und Heißhaltezeiten, die Sterilisationswerten von weniger als 0,3 min entsprachen, sensorisch als so fehlerhaft eingestuft, daß sie nicht verkehrsfähig waren. Selbst, wenn die äquivalenten Heißhaltezeiten der Milchproben HE 3.1, HE 4.1 und HE 5.1 als zu niedrig angesehen werden, ist die effektive Wärmebelastung dieser Milch deutlich geringer als sie bei der sensorisch akzeptierten UT/RUT-Milch gegeben ist. Der Grund könnte in einem Milch-Flavour liegen, welches insbesondere im oberen Hoherhitzungsbereich auftritt, nicht aber unter Bedingungen der Ultrahocherhitzung freigesetzt wird bzw. bei den höheren Prozeßtemperaturen des Ultrahocherhitzungsbereichs aus der Milchmatrix ausgetrieben und dadurch sensorisch nicht mehr wirksam ist. Zusätzlich wäre darüber hinaus zu unterstellen, daß das Kochflavour der UHT-Milch heute auch von sensorisch geschulten Prüfern als Geschmacks- und Geruchsrichtung nicht mehr abgelehnt wird.

5. Literatur

- (1) Cairncross, S.E. und Sjöström, L.B.: Food Technol. 4 308 (1950)

Tabelle 1**Sensorische Analysenergebnisse von Milch**

Probe Nr.					Probe Nr.				
Verk. Datum					Verk. Datum				
Aussehen					Geschmack				
Eiweiß/Fettfl.					alt				
Fettropfen					leer/wässrig				
unrein					bitter				
Verfärbung					brandig				
					dumpf / muffig				
Geruch					fruchtig				
					hefig				
leer/wässrig					kochig				
alt					malzig				
kochig					metallisch				
brandig					ölig				
dumpf/muffig					pappig				
fruchtig					salzig				
futtrig					sauer				
hefig					schmirgelig/talgig				
malzig					seifig/laugig				
metallisch					nussig				
ölig					stechend				
pappig					süß				
sauer					leimig				
seifig/laugig					pulverig				
käsig									
Rohmilchger.									
stechend									
nussig									
Intensitätsskala: 1 sehr schwach;2 schwach;3 deutlich;4 stark;5 sehr stark									

Tabelle 2**Nichthomogene Proben des Sterilbereichs**

Probe	Heißhalte- temperatur ϑ (°C)	Heißhaltezeit (äquivalent) τ (s)	F_0 (min)	Beobachtung
ST 4.4	125	2040	84	feine Aggregate
ST 5.3	129	1392	143	grobe Aggregate
ST 5.4	129	2622	269,5	grobe Aggregate, 2 Phasen
ST 6.2	134	780	255	grob koaguliert
ST 6.3	134	1122	364	grob koaguliert, 2 Phasen
ST 6.4	134	2970	966	grob koaguliert, 2 Phasen

Tabelle 3**Optisch erkennbare Braunfärbung von Sterilmilchproben**

Probe	Färbung	Probe	Färbung
ST 1.1	-	ST 4.1	-
ST 1.2	-	ST 4.2	schwach hellbraun
ST 1.3	extrem schwach hellbraun	ST 4.3	hellbraun
ST 1.4	sehr schwach hellbraun	ST 4.4	karamell (hell)
ST 2.1	-	ST 5.1	sehr schwach hellbraun
ST 2.2	-	ST 5.2	hellbraun
ST 2.3	sehr schwach hellbraun	ST 5.3	karamell (hell)
ST 2.4	schwach hellbraun	ST 5.4	braun (dunkelkaramell)
ST 3.1	-	ST 6.1	schwach hellbraun
ST 3.2	sehr schwach hellbraun	ST 6.2	karamell (hell)
ST 3.3	schwach hellbraun	ST 6.3	braun (dunkelkaramell)
ST 3.4	hellbraun	ST 6.4	wässrige Phase dunkelbraun

- : Keine Färbung erkennbar

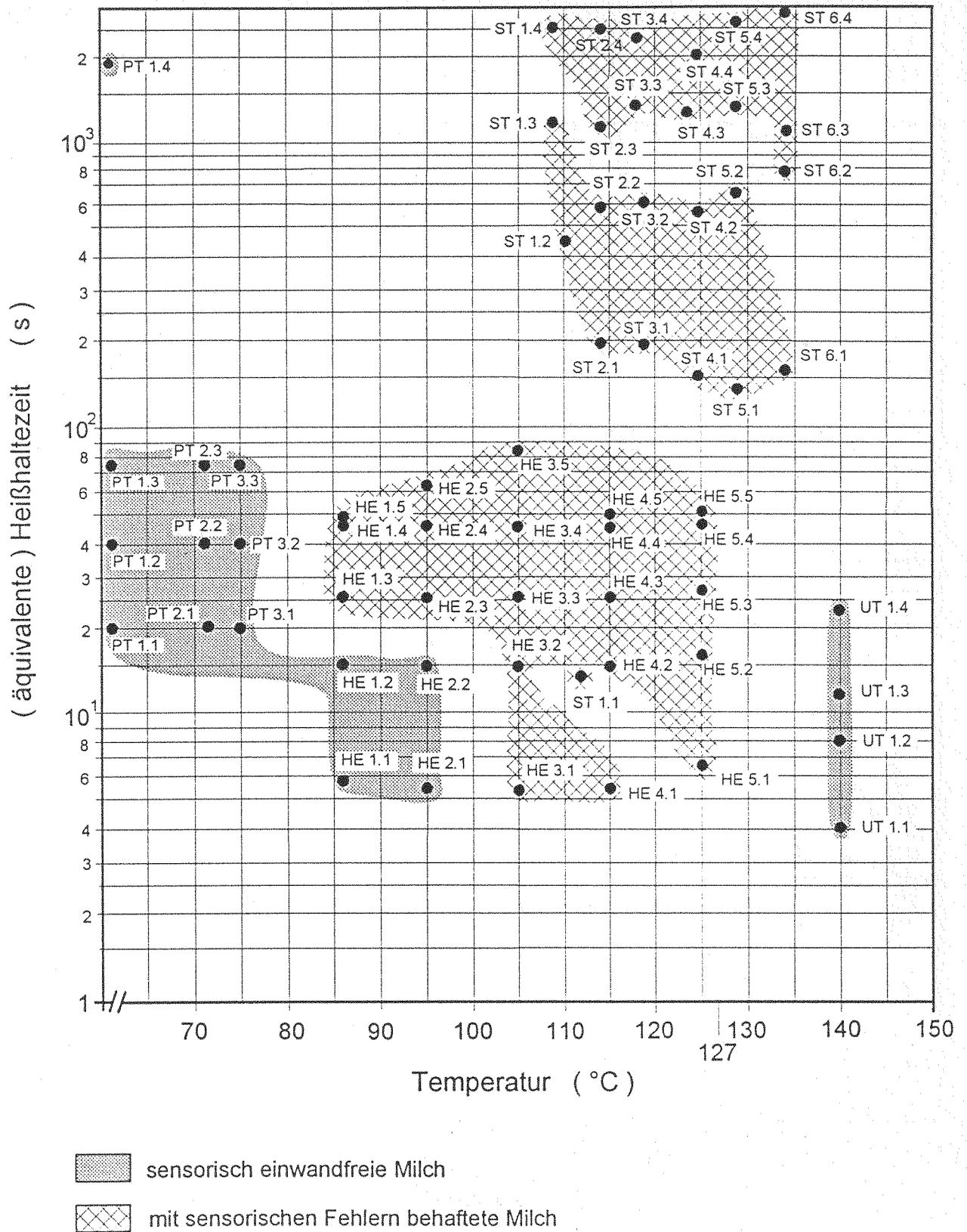


Abb. 1: Profilanalyse wärmebehandelter Milch

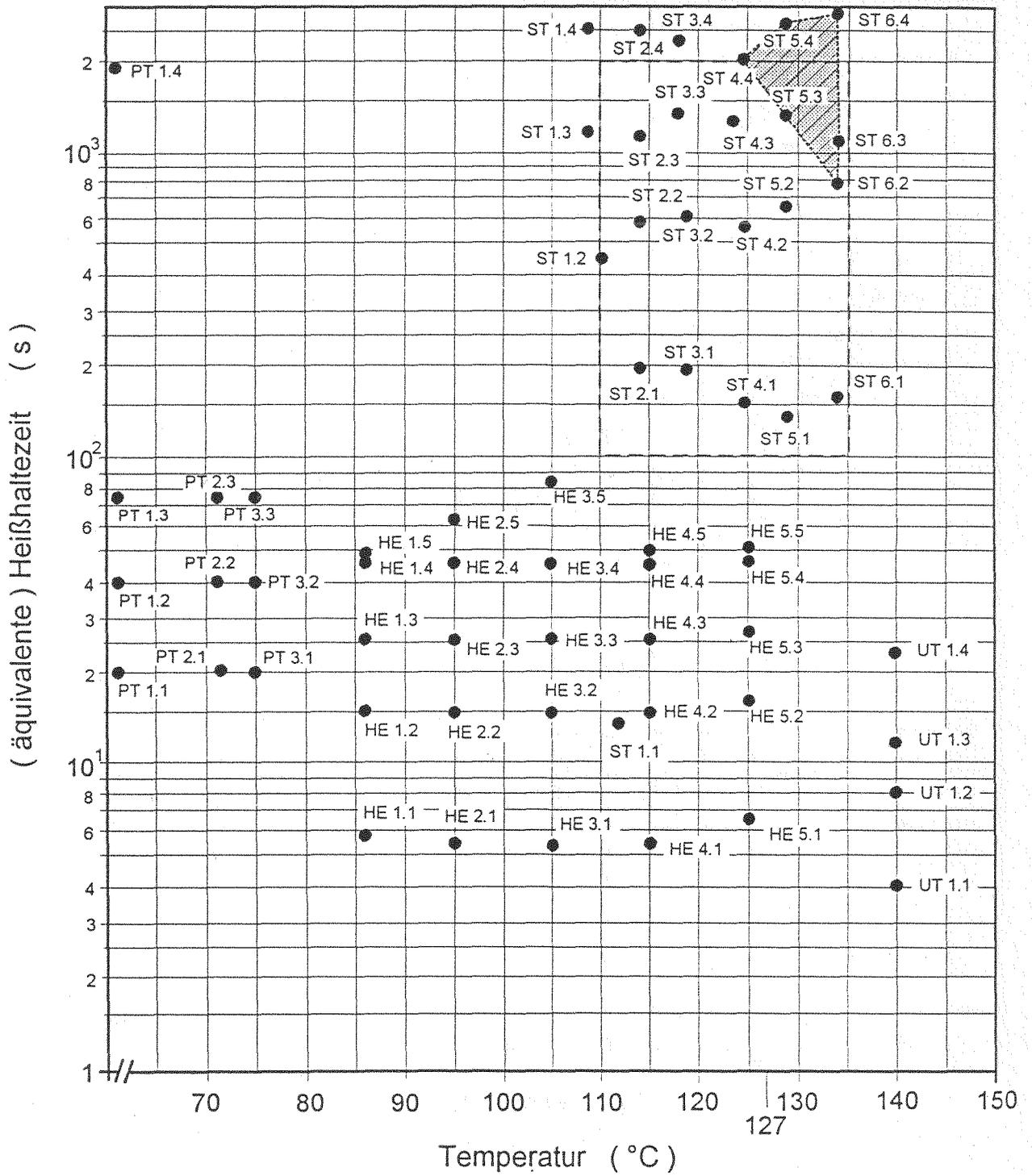


Abb. 2: Gelierungsbereich wärmebehandelter Milch

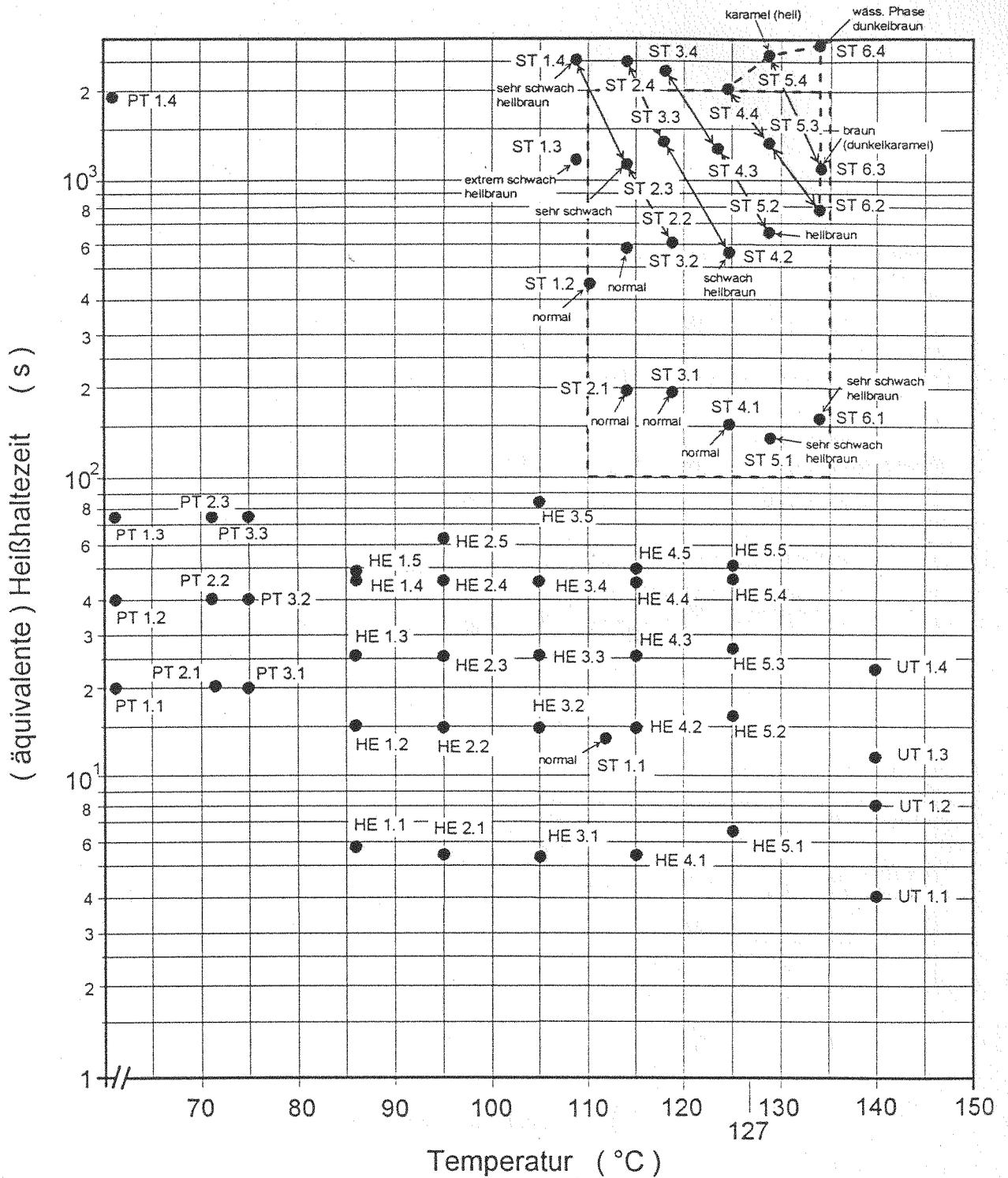


Abb. 3a: Verfärbungsbereich wärmebehandelter Milch

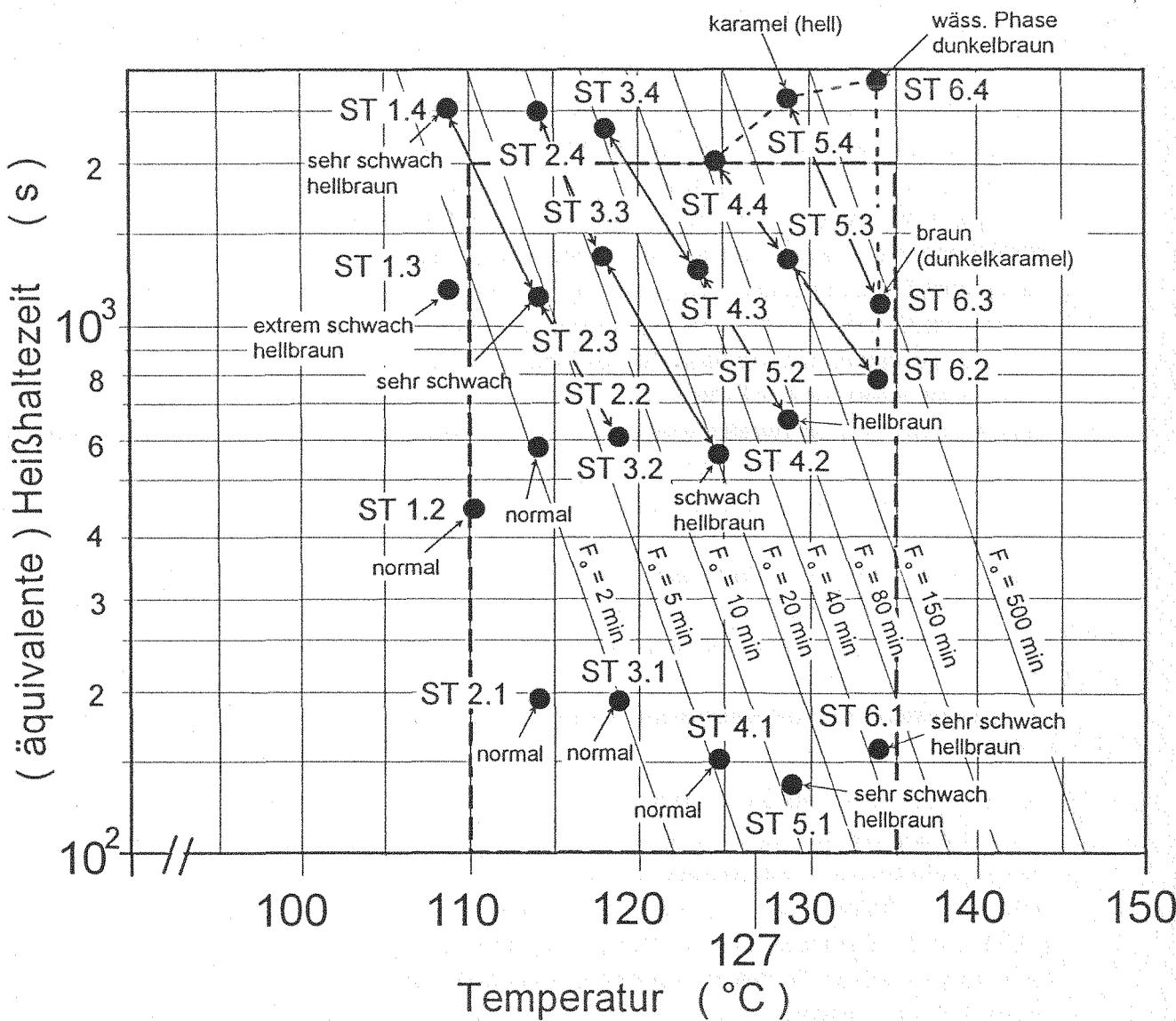


Abb. 3b: Ausschnitt aus Abbildung 3a; Zuordnung der Verfärbung zu Sterilisationswerten